

UNIVERSITÉ DE PARIS

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE

Année 1912-1913.

N° 12

DÉVELOPPEMENT ET STRUCTURE ANATOMIQUE
du tégument séminal
des RUTACÉES

THÈSE

Pour l'obtention du diplôme de Docteur de l'Université de Paris

(PHARMACIE)

Présentée et soutenue le 1913.

PAR

F G ALLET

PHARMACIEN DE PREMIÈRE CLASSE

LAURÉAT ET ANCIEN PRÉPARATEUR DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

EX-INTERNE DES HÔPITAUX DE PARIS.

JURY { MM. GUIGNARD, Président.
PERROT, Professeur.
GUÉRIN, Agrégé.

LONS-LE-SAUNIER

IMPRIMERIE ET LITHOGRAPHIE LUCIEN DECLUMÉ

1913

DÉVELOPPEMENT ET STRUCTURE ANATOMIQUE
du tégument séminal
des RUTACÉES

THÈSE

Pour l'obtention du diplôme de Docteur de l'Université de Paris

(PHARMACIE)

Présentée et soutenue le 1913.

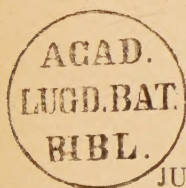
PAR

F G ALLET

PHARMACIEN DE PREMIÈRE CLASSE

LAURÉAT ET ANCIEN PRÉPARATEUR DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

EX-INTERNE DES HÔPITAUX DE PARIS.



JURY

MM. GUIGNARD, Président.
PERROT, Professeur.
GUÉRIN, Agrégé.

LONS-LE-SAUNIER

IMPRIMERIE ET LITHOGRAPHIE LUCIEN DECLUME

1913

PERSONNEL DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE

ADMINISTRATION

MM. GAUTIER, Directeur, *, ☉ I.
BOURQUELOT, Assesseur, *, ☉ I.
E. MUSSON, Secrétaire, *, ☉ I.

PROFESSEURS

MM. GUIGNARD, Membre de l'Institut, O. *, ☉ I. Botanique générale.
VILLIERS, *, ☉ I. Chimie analytique.
BOURQUELOT, *, ☉ I. Pharmacie galénique.
GAUTIER, *, ☉ I. Chimie minérale.
RADAIS, *, ☉ I. Cryptogamie.
BÉHAL, O. *, ☉ I. Chimie organique.
PERROT, *, ☉ I. Matière médicale.
COUTIÈRE, *, ☉ I. Zoologie.
BERTHELOT, ☉ I. Physique.
GRIMBERT, *, ☉ I. Chimie biologique.
MOUREU, Membre de l'Institut, *, ☉ I. Pharmacie chimique.
LEBEAU, ☉ I. Toxicologie.
DELÉPINE, ☉ I. Minéralogie et Hydrologie.

Directeur honoraire : M. GUIGNARD, O. *, ☉ I.

Professeurs honoraires : MM. JUNGFLEISCH, O. *, ☉ I.
et BOUCHARDAT, O. *, ☉ I.

AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM. GUERBET, ☉ I.	MM. GUÉRIN, ☉ I.
VALEUR, ☉ A.	GUÉGUEN, ☉ I.
BOUGAULT, ☉ A.	LUTZ, ☉ I.
TASSILLY, ☉ I.	HÉRISSEY, ☉ I.

CHEFS DES TRAVAUX PRATIQUES

MM. DEFACQZ, ☉ I. Chimie générale.
COUSIN, ☉ I. Chimie analytique.
SOUÈGES, ☉ A. Micrographie.
MOURLOT, ☉ I. Physique.
BARTHELAT, ☉ I. Microbiologie.

Chef du Laboratoire des examens pratiques : M. JAVILLIER, ☉ A.

Bibliothécaire en Chef : M. DORVEAUX, ☉ I.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR L. GUIGNARD,
MEMBRE DE L'INSTITUT,
MEMBRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE,
DIRECTEUR HONORAIRE DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE.

Hommage respectueux.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

INTRODUCTION

Les travaux qui ont eu pour objet l'étude anatomique du tégument séminal peuvent être classés en deux catégories. Une première comprend ceux dont les auteurs, dans un but pratique de diagnose, ont décrit le tégument de la graine à maturité ; ce sont les premiers travaux en date. Dans la seconde catégorie, rentrent les recherches des botanistes qui ont observé les transformations des diverses assises des téguments ovulaires, pendant la maturation de la graine. On connaît, à cet égard, les belles recherches de M. le Professeur GUIGNARD, qui a insisté sur la nécessité de suivre, non seulement l'évolution des téguments ovulaires, mais aussi, en même temps, celle de l'albumen, pour avoir une notion précise de la structure et de l'origine des différentes parties de l'enveloppe séminale adulte.

En ces dernières années, l'étude du développement de la graine et, en particulier, celle de son tégument, a été entreprise dans un grand nombre de familles. L'importance des résultats acquis — soit sur la constitution exacte des graines — soit sur les analogies que peuvent offrir les espèces et les genres d'une même famille, analogies pouvant aboutir à des caractères de classification — soit

encore sur les rapports existant entre la structure anatomique de la graine et la nature du fruit — suffirait à justifier des recherches dans les familles non étudiées jusqu'ici.

Comme nous le verrons plus loin, le tégument séminal, chez les Rutacées, n'a fait l'objet que d'un très petit nombre de recherches. Et cependant, en raison de la nature si variée du fruit (capsule, drupe, baie, samare) dans cette famille, et aussi de la présence ou de l'absence de l'albumen dans la graine, ne semblait-il pas intéressant d'étudier, dans les diverses tribus, la structure anatomique de cette enveloppe ? C'est ce travail que nous a conseillé d'entreprendre M. le Professeur GUIGNARD. Que ce Maître veuille bien agréer l'assurance de notre vive reconnaissance pour l'honneur qu'il nous a fait en nous admettant dans son laboratoire.

M. le Professeur agrégé GUÉRIN a dirigé nos recherches. Il ne nous a ménagé ni ses encouragements au milieu des difficultés du début, ni ses précieux conseils pendant le cours de notre travail. Il nous a, de plus, témoigné un intérêt tout particulier et nous le prions de croire à nos sentiments de profonde gratitude.

Nous exprimons notre reconnaissance à M. SOUÈGES, Chef des Travaux pratiques de Botanique, dont la bienveillante insistance nous a engagé dans la voie que nous avons suivie.

Nous remercions tout particulièrement ceux qui, en nous procurant des échantillons, nous ont aidé dans l'accomplissement de notre tâche : M. POIRAULT, Directeur de la Villa Thuret à Antibes, M. le Professeur COL, de

Nantes, M. le Docteur GRANEL, Directeur du Jardin botanique de Montpellier, M. le Professeur GÉRARD, de Lyon, et MM. les Directeurs des Jardins botaniques de Saïgon et de Peradeniya. Des fruits de *Pilocarpus pennatifolius* Lem., aux divers stades de leur développement, nous ont été obligeamment envoyés par M. Gabriel DEMILLY, Préparateur à l'Ecole de Pharmacie d'Alger. Des échantillons de *Glycosmis*, récoltés par le regretté Dr TREUB de Buitenzorg, nous ont été aimablement confiés par M. le Professeur WENT, d'Utrecht.

Nous ne saurions oublier, en terminant, MM. BONARD et GIRARDEAU, Préparateurs à l'Ecole supérieure de Pharmacie, dont le concours nous a été des plus précieux.

Le plan de notre travail est le suivant. Après avoir rappelé, dans un bref historique, les travaux qui ont été faits sur l'enveloppe séminale des Rutacées, nous donnerons, dans un second chapitre, un aperçu général sur le développement de l'ovule et en particulier sur les transformations de ses téguments au cours de la maturation de la graine. La deuxième partie sera consacrée à l'étude spéciale du développement et de la structure anatomique du tégument séminal chez un certain nombre d'espèces de Rutacées.

Liste des espèces étudiées.

- Acronychia laurifolia* Bl.
Ægle Marmelos Corr.
Atalantia ceylanica Oliv.
Barosma crenulata Hook.
Choisya ternata H. B. et K.
Citrus Limonum Risso.
— *vulgaris* Risso (C. *Aurantium* L.)
Coleonema album Bartl. et Wendl.
Correa alba Andr.
Dictamnus Fraxinella Pers. (*Dictamnus albus* L.).
Evodia hortensis Forst.
Feronia elephantum Corr.
Glycosmis pentaphylla Corr.
Murraya exotica L.
Phellodendron amurense Rupr.
Pilocarpus pennatifolius Lem.
Ptelea trifoliata L.
Ruta chalepensis L.
— *graveolens* L.
— *montana* Mill.
— *macrophylla* Soland.
Skimmia japonica Thunb.
Toddalia aculeata Pers.
Triphasia trifoliata DC.
Xanthoxylum alatum Steud.
— *Bungei* Planch.
— *fraxineum* Willd.
— *nitidum* DC.
-

PREMIÈRE PARTIE.

CHAPITRE PREMIER.

Historique.

Peu d'auteurs se sont occupés du tégument séminal des Rutacées ; seules, les graines de quelques genres utilisés en thérapeutique, ont fait l'objet d'observations. Aucun travail d'ensemble n'a été entrepris, vraisemblablement en raison de la difficulté de réunir un nombre suffisant de matériaux.

Le premier auteur qui ait décrit le tégument de la graine chez les Rutacées semble être BAILLON (1), dans son *Histoire des Plantes*. En 1873, BAILLON, à propos des ovules de plusieurs genres (*Ruta*, *Dictamnus*, *Coleonema*, *Xanthoxylum*, *Amyris*), note qu'ils ont deux enveloppes et décrit les caractères macroscopiques des téguments de quelques graines (*Dictamnus*, *Xanthoxylum*, *Skimmia*, etc...).

ENGLER et PRANTL (2), en 1887, émettent quelques considérations générales sur le fruit et la graine des

(1) H. BAILLON. — *Histoire des Plantes*, IV, 1873.

(2) ENGLER et PRANTL. — *Die natürl. Pflanzenfamilien*, III, 4, Rutaceæ, p. 104.

Rutacées, sans d'ailleurs s'occuper de la structure anatomique.

H. JUMELLE (1), en 1888, est, en réalité, le premier auteur qui se soit occupé de cette structure anatomique. Il prend le *Citrus Aurantium* L. comme exemple et conclut ainsi : « dans les Rutacées, comme dans les Euphorbiacées et les Rosacées, les deux téguments de l'ovule persistent. Dans ces cas, ces deux téguments se séparent par la formation d'une couche de liège dans la région de la chalaze où ils étaient primitivement réunis ». Nous examinerons, à propos du *Citrus*, ce qu'il faut penser des conclusions de cet auteur.

Deux ans plus tard, en 1890, M. BRANDZA (2), reprenant d'ailleurs les conclusions de H. JUMELLE, fait rentrer les Rutacées dans les familles (Berbéridéées, Papavéracées, Fumariacées, etc...) où « le tégument interne subsiste sans former la couche protectrice », mais où « il se différencie en une ou plusieurs couches distinctes situées en dedans du faisceau vasculaire ».

Il faut arriver en 1895, pour trouver la première étude des transformations des téguments ovulaires pendant la maturation de la graine. Dans leur *Anatomischer Atlas*, TSCHIRCH et ESTERLE (3) suivent le développement de l'ovule du genre *Citrus*. Ils aboutissent à cette conclusion que le tégument externe de l'ovule est tout entier représenté dans la graine mûre, ainsi que l'assise interne du tégument interne.

En 1896, J. O. SCHLOTTERBECK (4) décrit le développement du tégument séminal dans le *Ruta graveolens* L.

(1) H. JUMELLE. — Sur les graines à deux téguments (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, XXXV, 1888, 302-304).

(2) M. BRANDZA. — Recherches sur le développement des téguments séminaux des Angiospermes (*C. R. Ac. Sc.*, Paris, CX, 1890, 1223-1225).

(3) TSCHIRCH et ESTERLE. — *Anatomischer Atlas der Pharmakognosie*, p. 304, t. 70.

(4) J. O. SCHLOTTERBECK. — Beiträge zur Entwickl. pharmakogn. wichtiger Samen (*Inaug. Diss.*, Bern, 1896).

D'après lui, le tégument interne de l'ovule disparaît complètement. Nous aurons l'occasion, dans l'exposé de nos recherches, de revenir sur ces résultats, que nous avons été amenés à vérifier.

La même année, M. BIERMANN (1), étudiant le tégument séminal à maturité dans le *Citrus vulgaris* Risso, semble reprendre pour son compte les observations de TSCHIRCH.

En 1897, Hermann GEIGER (2) décrit le tégument de la graine mûre du Jaborandi sans d'ailleurs s'occuper de l'origine des différentes assises.

Le tégument est également étudié, en 1905, dans les graines mûres des différentes espèces de *Pilocarpus*, par A. DUVAL (3), qui examine successivement les *P. Jaborandi* H., *P. pennatifolius* Lem., *P. spicatus* A. St-H., *P. racemosus* V., *P. macrocarpus* E., *P. microphyllus* St., *P. trachyllophus* H.

La même année, MOELLER (4) s'occupe à son tour du tégument de la graine mûre du *Citrus Aurantium* L. Ses observations n'apportent rien de nouveau à la description donnée par TSCHIRCH. MOELLER insiste surtout sur l'épiderme externe fortement lignifié et sur la persistance de l'épiderme interne ; il ne dit pas si cet épiderme interne appartient au tégument externe ou au tégument interne.

En 1910, TUNMANN et JENZER (5) donnent la description de l'ovule du *Pilocarpus pennatifolius* Lem., mais vrai-

(1) M. BIERMANN. — Beiträge zur Kenntnis der Entwickl. der Früchte von *Citrus vulgaris* Risso und anderen Citrusarten (*Archiv. der Pharmazie*, Bd 235, 1897, p. 19-27).

(2) H. GEIGER. — Beiträge zur Kenntnis der Jaborandiblätter (*Archiv. der Pharmazie*, Bd 235, 1897, p. 503-518).

(3) A. DUVAL. — Recherches sur les Jaborandis et leurs succédanés (*Thèse Doct. Univ. Pharmacie*, Paris, 1905).

(4) MOELLER. — Mikroskopie der Nahrungs und Genussmittel, Berlin 1905, p. 459-460.

(5) TUNMANN et JENZER. — Zur Anatomie der Blüten von *Pilocarpus pennatifolius* Lem. und *Erythroxylon Coca* Lam. (*Archiv. der Pharmazie*, Bd 248, 1910, p. 514-519).

semblablement avant la fécondation, car ils concluent que le tégument interne n'atteint pas le plus souvent le micropyle. Il n'est pas question, dans leur étude, de la graine à maturité.

Le dernier travail en date est, à notre connaissance, celui d'I. OSAWA (1), qui a étudié, en 1912, le développement du sac embryonnaire dans le genre *Citrus*, et qui, à cette occasion, donne quelques dessins représentant les téguments ovulaires.

En résumé, les recherches faites jusqu'ici ont porté sur trois genres seulement : *Citrus*, *Pilocarpus* et *Ruta*.

(1) I. OSAWA. — Cytological and experimental studies in *Citrus* (*Journ. of the College of Agriculture Imp. University Tokyo*, 1912, vol. IV, n° 2, p. 83-116, 5 pl.).

CHAPITRE II.

Développement de l'ovule en graine dans les Rutacées.

Nous nous proposons, dans ce chapitre, d'étudier les changements morphologiques de l'enveloppe ovulaire et des tissus de réserve, en laissant de côté les détails de structure du tégument séminal à maturité, qui seront examinés dans la seconde partie de notre travail. Le contenu cellulaire lui-même (amidon, oxalate de calcium) fera l'objet de quelques observations.

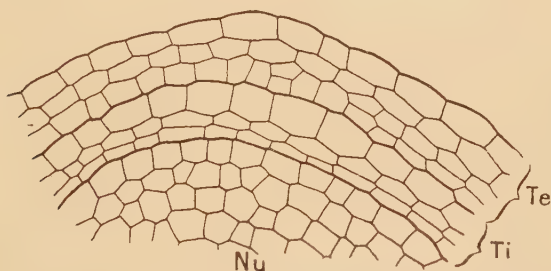


FIG. 1. — *Ruta graveolens*. Coupe transversale des téguments ovulaires à l'époque de la fécondation : *Te*, tégument externe; *Ti*, tégument interne; *Nu*, nucelle. *Gr.* : 420.

L'ovule des Rutacées est, soit anatrophe, soit légèrement campylotrope, soit nettement campylotrope. Il est toujours bitégumenté. Le tégument ovulaire externe est dépourvu de faisceau vasculaire. Le nombre des assises cellulaires du tégument externe n'est jamais très grand; il est en

moyenne (1) de quatre assises chez les *Ruta* (fig. 1), *Dictamnus* (fig. 2), *Pilocarpus*, *Evodia*, *Phellodendron*,

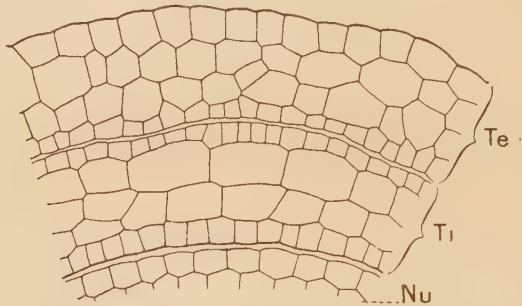


FIG. 2. — *Dictamnus Fraxinella*. Coupe transversale des téguments ovulaires au moment de la fécondation : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne ; *Nu*, nucelle. *Gr.* : 420.

etc. . . et ne dépasse pas cinq à six assises dans les *Ptelea*, *Triphasia* (fig. 3). Son assise externe se distingue souvent très nettement, dès l'origine, par son plus grand

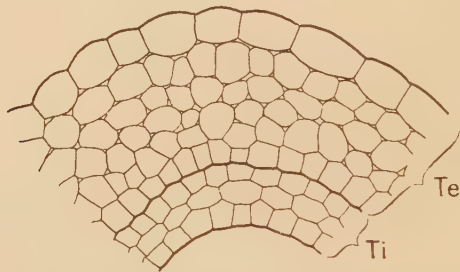


FIG. 3. — *Triphasia trifoliata*. Coupe transversale des téguments ovulaires un peu avant la fécondation : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne. *Gr.* 420.

développement, qui fait prévoir de bonne heure sa différenciation définitive. Le tégument interne comprend en

(1) Nous considérons, bien entendu, l'ovule pris dans sa région moyenne, au niveau du sac embryonnaire ; le nombre des assises cellulaires est souvent plus élevé dans les régions chalazienne et micropylaire.

général trois assises, quelquefois deux dans le *Coleonema*, parfois au plus quatre dans le *Dictamnus* (fig. 2).

Le sac embryonnaire est généralement très petit ; il est toujours protégé dans la région micropylaire par une épaisse calotte nucellaire et séparé du tégument interne

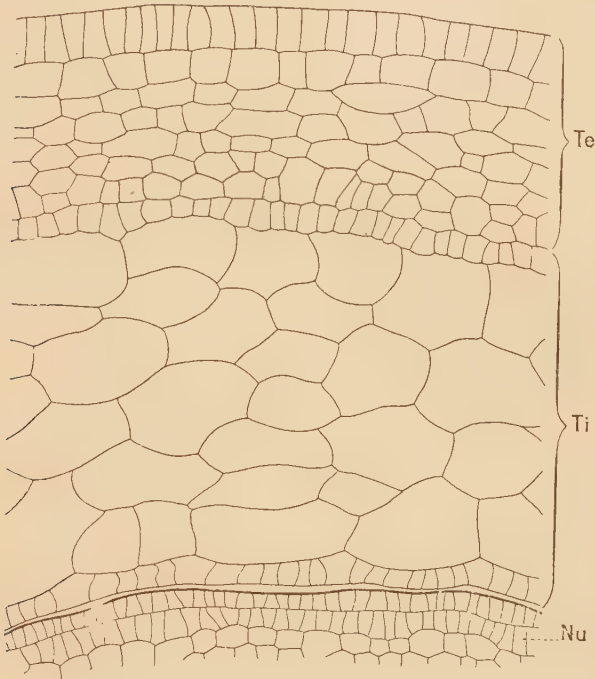


FIG. 44. — *Dictamnus Fraxinella*. Coupe transversale des téguments bien après la fécondation : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne ; *Nu*, nucelle dont l'épiderme est dédoublé. *Gr.* : 325.

par huit à dix assises cellulaires. Nous n'avons remarqué rien de particulier dans son organisation. L'assise épidermique du nucelle offre, au cours du développement de la graine, chez toutes les Rutacées, une cuticule très épaisse, se colorant très nettement par la fuchsine ammoniacale. Dans certaines espèces (*Dictamnus* [fig. 4], *Tri-*

phasia, Citrus), cet épiderme se dédouble, pour constituer un hypoderme très net, présentant tous les caractères de l'assise voisine.

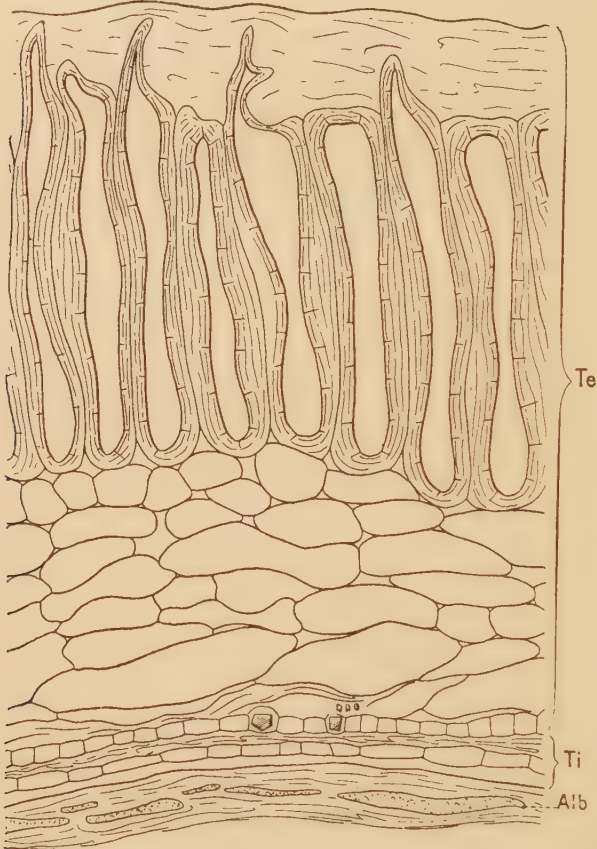


FIG. 5. — *Citrus Limonum*. Tégument séminal avant la maturité : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne ; *Alb.*, albumen, *Gr.* : 325.

Chez les Rutacées dont la graine est pourvue d'albumen à la maturité, les premières transformations qui, dans le sac embryonnaire, suivent la fécondation, sont la division très rapide du noyau secondaire et l'accroisse-

ment du sac dans le sens longitudinal. Cette division du noyau secondaire précède toujours de beaucoup celle de l'œuf. Les noyaux d'albumen restent libres sur la paroi du sac et ne remplissent la cavité qu'assez tardivement. L'albumen ne s'organise à l'état de tissu que lorsque la graine a atteint presque sa grosseur définitive. A ce stade, les téguments se sont épaissis ; l'embryon apparaît sous forme d'un petit globule cellulaire, sans différenciation de ses parties constitutives. Au fur et à mesure de l'accroissement de l'albumen, le tissu nucellaire est résorbé ; mais on peut dire qu'il ne l'est jamais complètement (1). On retrouve presque toujours dans la graine mûre des traces de l'épiderme nucellaire et tout au moins la cuticule que nous avons déjà signalée.

Cette résorption tardive semble d'ailleurs être un fait très général chez les Rutacées, aussi bien chez les graines albuminées que chez celles qui sont dépourvues d'albumen.

Chez les Rutacées à graines exalbuminées, l'organisation de l'albumen et de l'embryon est en général beaucoup plus rapide que dans les Rutacées à albumen. Dans la tribu des Aurantiées notamment, lorsque la future graine a atteint à peine la moitié de sa grosseur définitive, on y trouve déjà un albumen parfaitement organisé à l'état de tissu et un embryon dont les cotylédons sont nettement différenciés. Mais cet albumen disparaît aussi rapidement qu'il s'est formé et à la maturité (*Pilocarpus*, *Citrus* [fig. 5], etc...) on n'en retrouve que des traces, qu'on ne saurait d'ailleurs comparer à une véritable assise protéique.

(1) Nous n'avons rencontré d'exception à cette règle que chez les *Ruta*. Le nucelle est ici résorbé de très bonne heure ; bien avant l'organisation de l'albumen à l'état de tissu, il ne reste sur la paroi du sac que des traces de l'épiderme nucellaire avec sa cuticule très épaisse demeurée intacte.

ÉVOLUTION DES TÉGUMENTS.

Tégument externe.— Il est rare que dans le tégument séminal, à la maturité, le nombre des assises cellulaires provenant du tégument externe soit resté le même que dans l'ovule. Il y a presque toujours multiplication, plus ou moins grande, il est vrai, de ces assises. Cette multiplication atteint son maximum dans les *Dictamnus* (fig. 4 et 12), *Xanthoxylum* (fig. 29), *Phellodendron* (fig. 33), *Toddalia*. Dans ces graines, où l'épiderme externe, toujours différencié de très bonne heure, s'est allongé radialement en éléments tout à fait caractéristiques, elle est suivie d'un fort épaissement des différentes couches cellulaires (*Xanthoxylum* [fig. 29]). Dans d'autres cas (*Correa* [fig. 6 et 20], *Choisya* [fig. 23], *Evodia* [fig. 26], *Acronychia* [fig. 30]), après la fécondation, les cellules de l'assise interne s'allongent radialement et s'épaississent de façon à constituer, dans la graine mûre, l'assise résistante du tégument. Nous pouvons rapprocher de ces genres, le genre *Pilocarpus* (fig. 18) dans lequel l'assise interne, très particulière, est formée de cellules légèrement allongées et épaissies seulement sur leur paroi interne.

Dans les genres que nous venons d'énumérer, le tégument externe de l'ovule se retrouve donc tout entier dans la graine. Il n'en est pas de même dans d'autres genres, appartenant en particulier au groupe des Aurantiées. Après la fécondation, nous assistons encore ici à la différenciation de l'épiderme et à la multiplication des assises cellulaires sous-épidermiques, qui peuvent même s'épaissir légèrement. Mais, à la maturité, ces assises sont plus ou moins comprimées contre l'épiderme externe, l'écrasement commençant toujours par les assises les plus internes (*Citrus* [fig. 5], *Ruta* [fig. 11], etc.). Cet écrasement des

assises sous-épidermiques peut être total (*Skimmia*, *Atalantia* [fig. 38]) ou partiel, et, dans ce cas, il reste, sous l'épiderme, une ou deux assises qui ont conservé leur

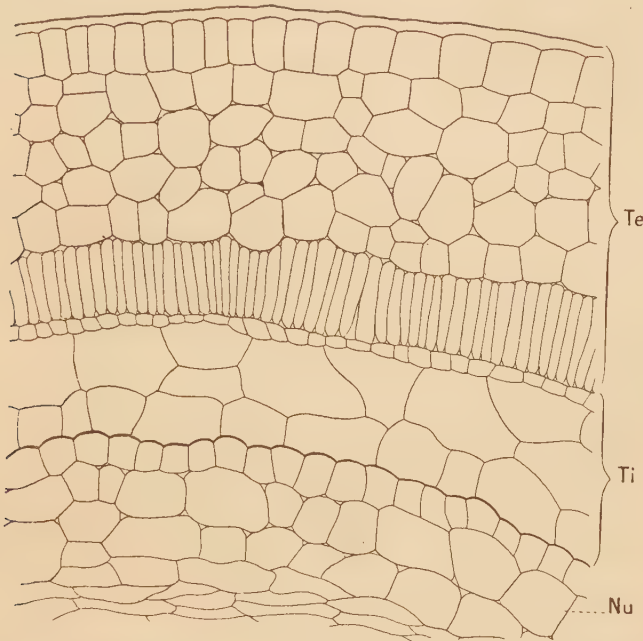


FIG. 6. — *Correa alba*. Coupe transversale des téguments ovulaires à un stade assez avancé du développement : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne ; *Nu*, nucelle. *Gr.* : 325.

forme bien nette. Parfois, d'ailleurs, l'assise la plus interne persiste et contient des cristaux d'oxalate de calcium (*Citrus* [fig. 5], *Murraya* [fig. 40], *Feronia* [fig. 41]).

Tégument interne. — La multiplication des assises cellulaires, qui semble constituer la règle dans le tégument externe de l'ovule, paraît être, au contraire, l'exception dans le tégument interne. Lorsqu'elle a lieu (*Dictamnus* [fig. 4], *Acronychia* [fig. 30], etc...), c'est d'ailleurs, pour aboutir à l'écrasement des assises ainsi multipliées

(*Dictamnus* [fig. 12], par ex.). De même que dans le tégument externe, les assises cellulaires qui doivent persister dans la graine mûre sont différenciées de très bonne heure ; dans l'ovule adulte on peut parfois les distinguer par leur noyau plus gros, se colorant fortement.

Les ornementsations que peut acquérir le tégument interne au cours de son développement se rencontrent :

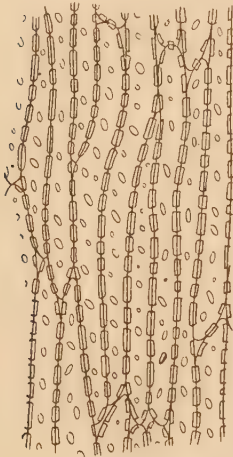


FIG. 7. — *Evodia hortensis*. Assise externe, vue de face, du tégument interne, à la maturité de la graine. Gr. : 325.

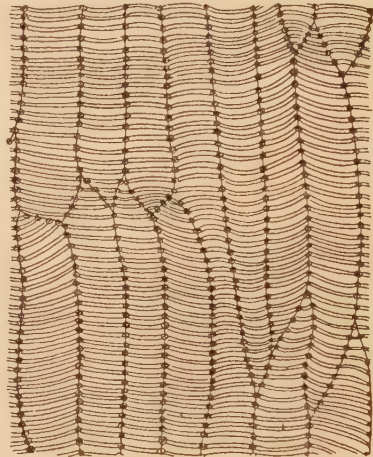


FIG. 8. — *Dictamnus Fraxinella*. Assise externe, vue de face, du tégument interne, à la maturité de la graine. Gr. : 325.

1° Ou bien dans toutes les assises cellulaires (*Xanthoxylum* [fig. 29], *Toddalia*). Dans ce cas, tout le tégument interne de l'ovule concourt à la formation de l'enveloppe séminale ;

2° Ou seulement sur l'épiderme externe (*Pilocarpus*, *Acronychia*, *Evodia*, *Choisya*, etc. . .)

Dans beaucoup de Rutacées, les cellules de cette assise externe s'allongent, à un moment donné, dans le sens du grand axe de la graine, parfois à la façon de fibres

Feronia), d'autres fois sous l'aspect de longues cellules à parois fortement ponctuées (*Evodia* [fig. 7], *Choisya*) ou pourvues d'épaississements spirals (*Dictamnus* [fig. 8]);

3° Uniquement sur l'assise interne du tégument interne (*Ruta* [fig. 11], *Ptelea* [fig. 34]).

4° Dans les assises externe et interne du tégument interne (*Dictamnus* [fig. 12], *Feronia*).

Dans ces trois derniers cas, les cellules du tégument interne qui sont dépourvues de sculpture, sont complètement écrasées dans la graine mûre.

Il peut aussi arriver que le tégument interne disparaisse complètement avant la maturité (*Triphasia* [fig. 36], *Glycosmis*).

DEUXIÈME PARTIE.

Développement et structure anatomique du tégument séminal chez diverses espèces de Rutacées.

La structure anatomique du tégument séminal a été étudiée chez une vingtaine de genres. Dans la plupart des espèces, nous avons suivi, pas à pas, les nombreuses transformations, souvent très profondes, dont les téguments ovulaires sont le siège, avant de constituer l'enveloppe définitive de la graine.

L'étude des genres a été faite suivant l'ordre, légèrement modifié, de la classification de BENTHAM et HOOKER.

I.— RUTÉES.

Plantes herbacées.— Fleurs régulières ou irrégulières.—
Carpelles à plus de deux ovules.— Albumen charnu.—
Embryon courbe.

RUTA GRAVEOLENS L. — C'est en suivant le développement du *R. chalepensis* L. que nous avons été amené à reprendre le travail de J. O. SCHLOTTERBECK (1) sur le *R. graveolens* L.

(1) J. O. SCHLOTTERBECK. — *Loc. cit.*

J. O. SCHLOTTERBECK attribue au tégument externe de l'ovule une assise cellulaire que nous considérons comme l'assise externe du tégument interne. Cette assise, dont il ne reste pas trace à maturité, est déjà différenciée dans l'ovule adulte.

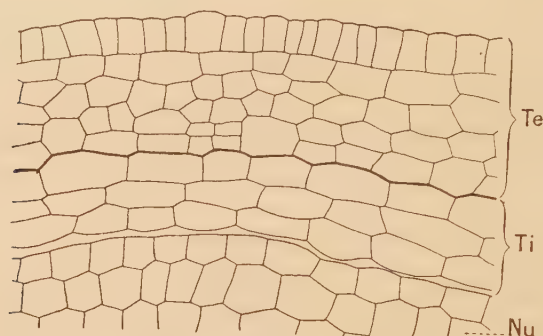


FIG. 9. — *Ruta graveolens*. Coupe transversale des téguments ovulaires, peu de temps après la fécondation : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne ; *Nu*, nucelle. *Gr.* : 420.

A son complet développement, l'ovule légèrement campylotrope de *R. graveolens* L. présente un tégument externe de trois à quatre assises cellulaires (six à sept dans la région du micropyle) et un tégument interne de trois assises en moyenne (*fig. 1*). L'épiderme de ce tégument interne est formé de cellules nettement différentes par leurs plus grandes dimensions des éléments sous-jacents. L'assise interne, voisine du nucelle, est constituée par de petites cellules, mais à très gros noyau, indice d'une différenciation ultérieure.

De très bonne heure après la fécondation (*fig. 9*), l'assise épidermique du tégument externe allonge ses cellules radialement, et ce tégument ne tarde pas à comprendre son nombre d'assises cellulaires définitif, soit cinq à six.

Dans le tégument interne, où les modifications sont d'abord insignifiantes, l'assise externe est seule pourvue

d'amidon, alors que tous les éléments du tégument externe en contiennent.

Dans la suite (*fig. 10*), les cellules du tégument externe, aussi bien que celles du tégument interne, prennent un accroissement beaucoup plus considérable. Les premières

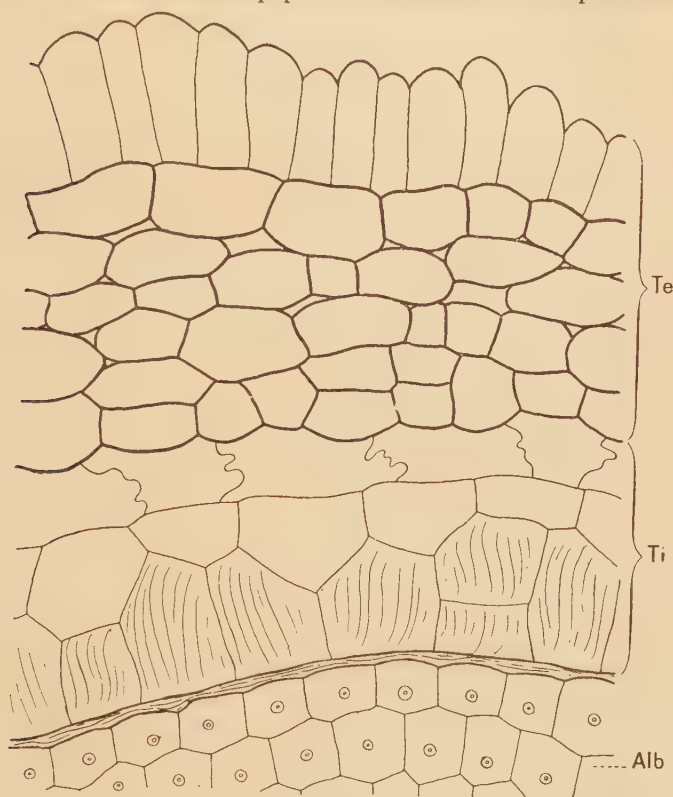


FIG. 10. — *Ruta graveolens*. Coupe transversale des téguments, à un stade très avancé du développement de l'ovule : *Te*, tégument externe, *Ti*, tégument interne ; *Alb.*, albumen. *Gr.* : 325.

épaississent leurs parois, tandis que les secondes les conservent minces. Toutefois, les cellules de l'assise interne du tégument interne se couvrent de fines bandes d'épaississement. A ce stade, le nucelle est presque

complètement résorbé et l'albumen commence (1) à s'organiser en tissu sur les parois du sac embryonnaire

A la maturité (*fig. 11*), l'assise épidermique de la graine est constituée par des cellules allongées radialement et épaissies en fêr à cheval dans leur région externe. Sous cet épiderme, une à deux assises de cellules ont conservé une structure parfaitement nette, alors que les plus profondes sont plus ou moins écrasées.



FIG. 11. — *Ruta graveolens*. Tégument séminal à la maturité : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne ; *Alb.*, albumen. *Gr.* : 325.

Du tégument interne, il ne reste le plus généralement que l'assise la plus interne, aplatie contre le tégument externe, mais très visible avec ses épaississements, dans une coupe éclaircie par la potasse ou l'eau de Javel. SCHLOTTERBECK n'a pas observé l'ornementation de cette assise, qu'il considère d'ailleurs comme disparue, puisque, d'après lui, le tégument interne de l'ovule ne concourt pas à la formation du tégument séminal.

Le tissu nucellaire est complètement résorbé, sauf dans

(1) Dans nos dessins, les cellules de l'albumen n'offrent de pointillé que dans les graines parvenues à complète maturité.

la région de la chalaze, où on en trouve encore quelques assises.

Les caractères anatomiques que nous venons d'énumérer sont communs aux diverses espèces de *Ruta* que nous avons examinées : *R. montana* Mill., *R. chalepensis* L., *R. macrophylla* Soland., et ne peuvent permettre leur différenciation.

DICTAMNUS FRAXINELLA Pers. (*D. albus* L.). — L'ovule anatrope du *D. Fraxinella* Pers. possède, peu de temps avant la fécondation, un tégument externe de quatre à cinq assises cellulaires (*fig. 2*) ; le tégument interne comprend en moyenne quatre assises, cinq au plus dans la région chalazienne. Les cellules des assises interne et externe de ce tégument sont plus petites que celles des assises intermédiaires, qui sont allongées tangentiellement. A ce stade, le sac embryonnaire renferme de l'amidon.

Quelque temps après la fécondation (*fig. 4*), le nombre des assises cellulaires a presque doublé dans chacun des téguments ovulaires. Les cellules épidermiques du tégument externe se sont allongées radialement ; les deux assises sous-jacentes, et surtout la seconde, se trouvent remplies d'amidon, comme l'épiderme lui-même.

Dans le tégument interne, les cellules de l'assise externe, demeurées étroites, se sont allongées dans le sens longitudinal de la graine ; celles de l'assise interne sont restées petites et sensiblement isodiamétriques, mais le tissu intermédiaire est composé de cellules très développées, à protoplasme peu abondant, à noyau très petit. Ce tégument interne ne contient jamais d'amidon.

A la maturité (*fig. 12*) les cellules de l'épiderme externe, allongées radialement, présentent, sur presque toute leur hauteur et sur leur paroi externe, un épaissement cel-

lulosique très marqué. Sous cet épiderme, deux rangées de cellules ont conservé leurs parois minces ; l'amidon qui s'y trouvait antérieurement a complètement disparu. En dedans, ces cellules confinent à un tissu collenchymateux, formé des autres assises du tégument externe de l'ovule, ce tégument participant tout entier à la formation de l'enveloppe séminale.

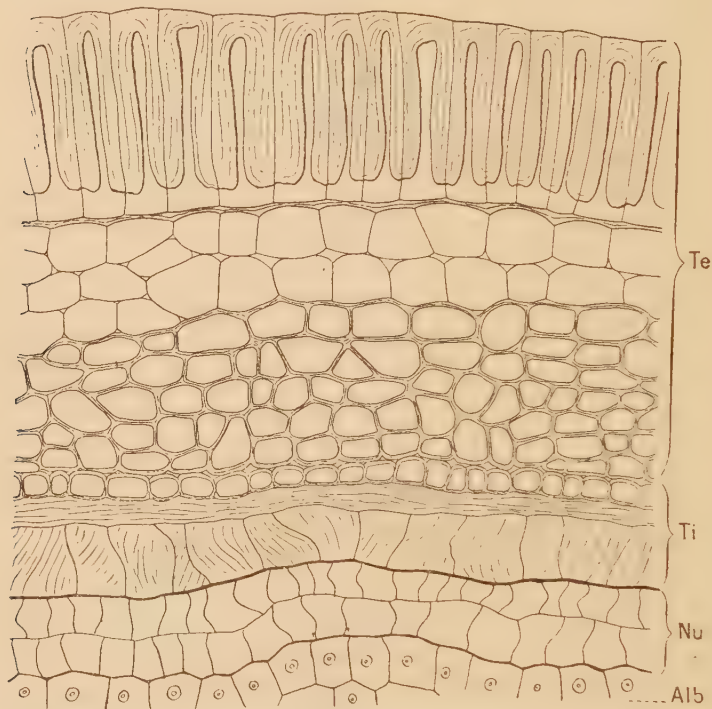


FIG. 12. — *Dictamnus Fraxinella*. Tégument séminal à un stade très voisin de la maturité : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne ; *Nu*, nucelle ; *Alb.*, albumen. *Gr.* : 325.

Du tégument interne, il ne reste que les assises externe et interne. La première est formée d'éléments allongés (*fig. 8*) à épaissements spirals, restés cellulósiques.

L'assise interne est composée de cellules plus grandes, un peu déformées, dont les parois, en coupe transversale, apparaissent comme plissées. Entre ces deux assises, tout le tissu qui avait pris dans les stades précédents un si grand développement, est écrasé et plus ou moins résorbé.

Sous le tégument, on retrouve à la surface de l'albumen des restes du nucelle, plus abondants surtout dans la région de la chalaze.

II. — DIOSMÉES.

Arbrisseaux éricoides. — Fleurs régulières. — Carpelles 2-ovulés. — Pas d'albumen. — Embryon droit.

COLEONEMA ALBUM Bartl. et Wendl. — L'ovule adulte du *C. album* Bartl. et Wendl. (*fig. 13*) est anatrope. Son

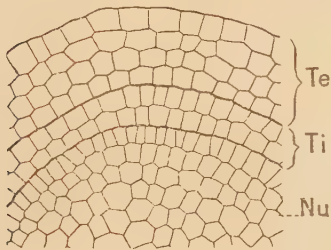


FIG. 13. — *Coleonema album*. Coupe transversale des téguments ovulaires à l'époque de la fécondation : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne ; *Nu*, nucelle. *Gr.* : 420.

tégument externe comprend, en moyenne, trois à quatre assises de cellules, tandis que son tégument interne est réduit à deux assises. Ces téguments ne sont pourvus d'amidon à aucun stade de leur développement ; cet amidon se rencontre à l'origine dans le sac embryonnaire.

Les modifications qui se produisent après la fécondation consistent surtout (*fig. 14*) dans l'accroissement du nombre des assises cellulaires du tégument externe, le tégument interne ne comprenant toujours que deux assises.

A un stade voisin de celui de la maturité (*fig 15*), les cellules épidermiques se sont fortement épaissies sur leurs

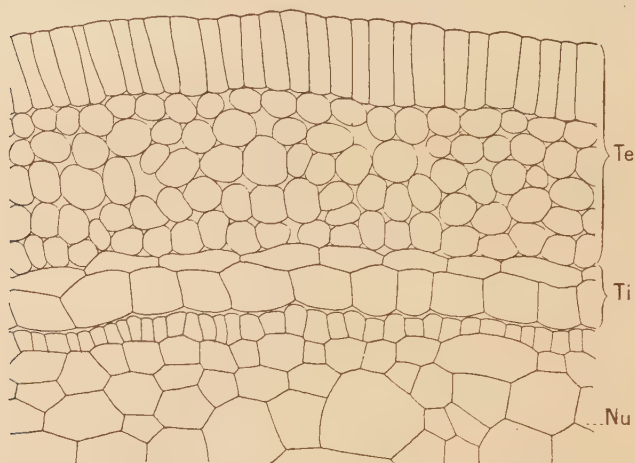


FIG. 14.— *Coleonema album*. Coupe transversale des téguments ovulaires à un stade beaucoup plus avancé que le précédent : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne ; *Nu*, nucelle. *Gr.* : 325.

parois longitudinales, tandis que les assises sous-jacentes demeurent constituées par des éléments à parois minces.

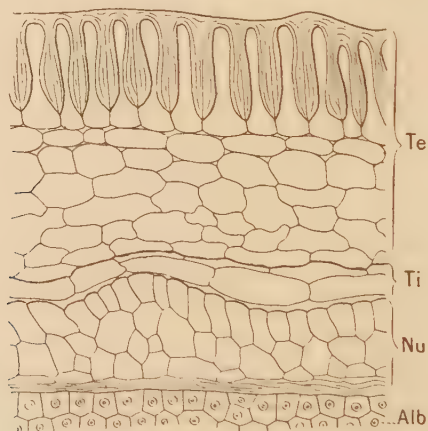


FIG. 15. — *Coleonema album*. Tégument séminal à un stade très voisin de la maturité : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne ; *Nu*, nucelle ; *Alb.*, albumen. *Gr.* : 325.

L'assise externe du tégument interne est en voie de disparition. Le tissu nucellaire comprend encore trois ou quatre assises de cellules, recouvrant un même nombre d'assises d'albumen.

Dans la graine mûre, l'assise épidermique a conservé seule une structure parfaitement nette, tout le tissu sous-jacent se trouvant écrasé et plus ou moins résorbé.

Le nucelle est réduit à sa cuticule, et l'on peut encore observer une à deux assises d'albumen.

BAROSMA CRENULATA Hook. (1) — Cette graine, comme celle du *Coleonema album* Bartl. et Wendl., est une graine sans albumen à la maturité. Son tégument est limité extérieurement par un épiderme, dont les cellules présentent des épaisissements cellulósiques sur la plus grande longueur de leurs parois radiales et sur leur paroi externe. Ces cellules sont plus longues et plus étroites que celles de l'espèce précédente. Sous cet épiderme, à l'exception d'une ou de deux rangées de cellules qui ont conservé leur organisation, toutes les autres ont plus ou moins disparu.

Dans son ensemble, le tégument séminal du *Barosma crenulata* Hook. est absolument comparable à celui du *Coleonema album* Bartl. et Wendl.

III. — CUSPARIÉES.

Arbrisseaux ou arbres. — Fleurs souvent irrégulières.
— Carpelles 2-ovulés. — Pas d'albumen. — Embryon courbe.

PILOCARPUS PENNATIFOLIUS Lem. — L'ovule de *Pilocarpus pennatifolius* Lem., au moment de la fécondation,

(1) Cette espèce, et quelques autres, n'ont pu être étudiées qu'à la maturité.

possède un tégument externe comprenant quatre à cinq assises de cellules et un tégument interne formé en moyenne de trois assises (*fig. 16*).

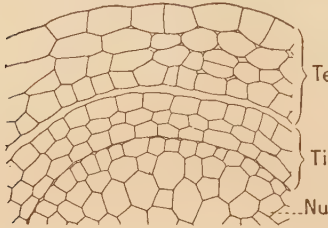


FIG. 16. — *Pilocarpus pennatifolius*. Coupe transversale des téguments ovulaires à l'époque de la fécondation : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne ; *Nu*, nucelle. *Gr.* : 325.

Après la fécondation (*fig. 17*), celui-ci, tout en conservant le même nombre d'assises cellulaires, allonge ses cellules tangentiellement.

Le tégument externe, qui comprend, à ce stade, six à sept assises, n'offre de différenciation que dans son assise interne dont les cellules se sont légèrement allongées dans le sens radial.

Le sac embryonnaire est séparé du tégument interne par

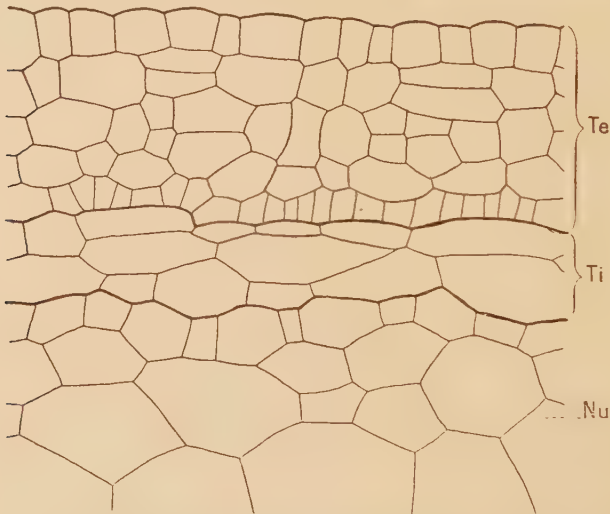


FIG. 17. — *Pilocarpus pennatifolius*. Coupe transversale des téguments à un stade assez avancé du développement de l'ovule : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne ; *Nu*, nucelle. *Gr.* : 325.

six à sept assises de tissu nucellaire, et l'embryon en est aux premiers stades de ses divisions cellulaires.

Ultérieurement, les premières transformations s'observent dans l'assise interne du tégument externe, dont les cellules s'épaississent fortement dans leur région inférieure. C'est seulement dans la suite que les parois des autres cellules du tégument externe s'épaississent à leur tour et que l'assise externe du tégument interne prend ses ornements spiralés.

Le tissu nucellaire est plus ou moins abondant suivant la région considérée. L'albumen, qui doit d'ailleurs disparaître complètement dans la suite, ne s'organise que très tard à l'état de tissu.

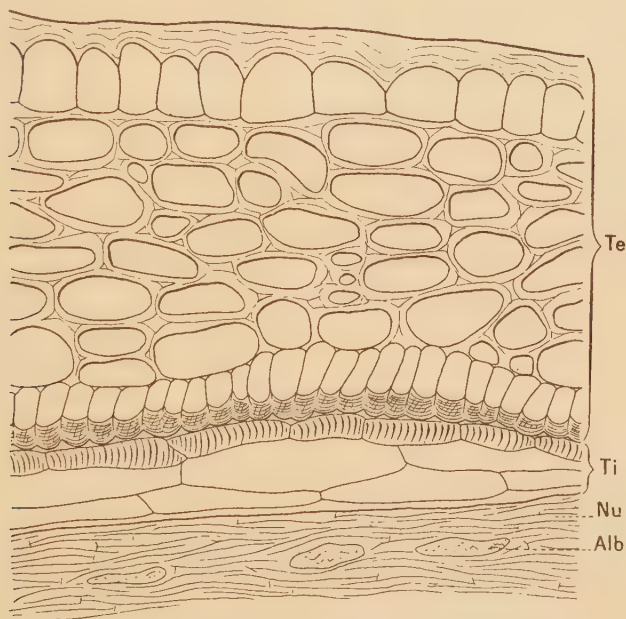


FIG. 18. — *Pilocarpus pennatifolius*. Tégument séminal, à la maturité, dans la région dorsale de la graine : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne ; *Nu*, nucelle écrasé ; *Alb.*, albumen. *Gr.* : 325.

En définitive (*fig. 18*), le tégument séminal du *P. pennatifolius* Lem. offre, ainsi que l'a très exactement décrit

A. DUVAL (1), sous un épiderme formé de cellules régulières, cubiques, à cuticule très épaisse, un tissu homogène formé de cellules fortement collenchymateuses. Ce tissu est limité intérieurement par la dernière assise du tégument externe de l'ovule dont les cellules sont notablement allongées radialement et fortement épaissies sur leur paroi interne. Le tégument externe de l'ovule concourt ainsi tout entier à la formation du tégument séminal. Du tégument interne, il ne reste parfois que l'assise externe, dont les cellules sont pourvues d'épaississements spirals. En certaines régions, et en particulier dans celle de la chalaze, le tégument interne de l'ovule se retrouve complètement, mais plus ou moins écrasé. Là aussi, le tissu nucellaire est demeuré assez abondant. En dedans du tégument séminal, on peut observer, dans la partie dorsale de la graine, une couche membraniforme assez épaisse, constituée par des débris de nucelle et d'albumen.

Cette description de l'enveloppe séminale du *P. pennatifolius* Lem. concorde avec celle qui a été donnée par Hermann GEIGER (2).

IV.— BORONIÉES.

Petites plantes australiennes.— Souvent type 4.— Etamines en nombre double, fertiles.— Disque.— Carpelles parfois moins nombreux que dans le type, 2-ovulés.— Albumen charnu.— Embryon droit.

CORREA ALBA Andr. — Dans la graine présentant tous les caractères de la maturité, le tégument comprend un épiderme formé de cellules à paroi externe très épaisse ; sous cet épiderme, on observe quatre assises de cellules

(1) A. DUVAL. — *Loc. cit.*

(2) H. GEIGER. — *Loc. cit.*

arrondies, à parois minces, et en dedans, limitant le tégument externe de l'ovule (*fig. 19 et 20*), une assise de longues cellules, formant un tissu très serré, qui assure la protection de la graine. Ces cellules, pourvues d'un pigment abondant, sont en effet fortement épaissies, mais non sclérifiées.

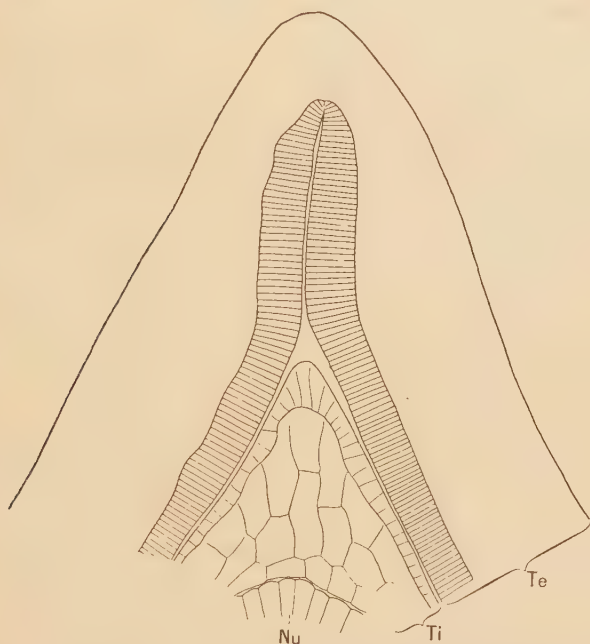


FIG. 19. — *Correa alba*. Coupe des téguments à travers l'une des extrémités de l'ovule : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne ; *Nu*, nucelle. *Gr.* . 210.

Avant la maturité (*fig. 20*), le tégument interne de l'ovule comprend trois à quatre assises de cellules. Celles de l'assise externe s'allongent dans le sens du grand axe de la graine, à la façon de celles du *Dictamnus Fraxinella* Pers. Toutefois, leurs parois restent minces.

Il est vraisemblable d'admettre qu'à la maturité, stade

que nous n'avons pas pu observer, ces éléments sont fortement comprimés contre le tégument externe, qui

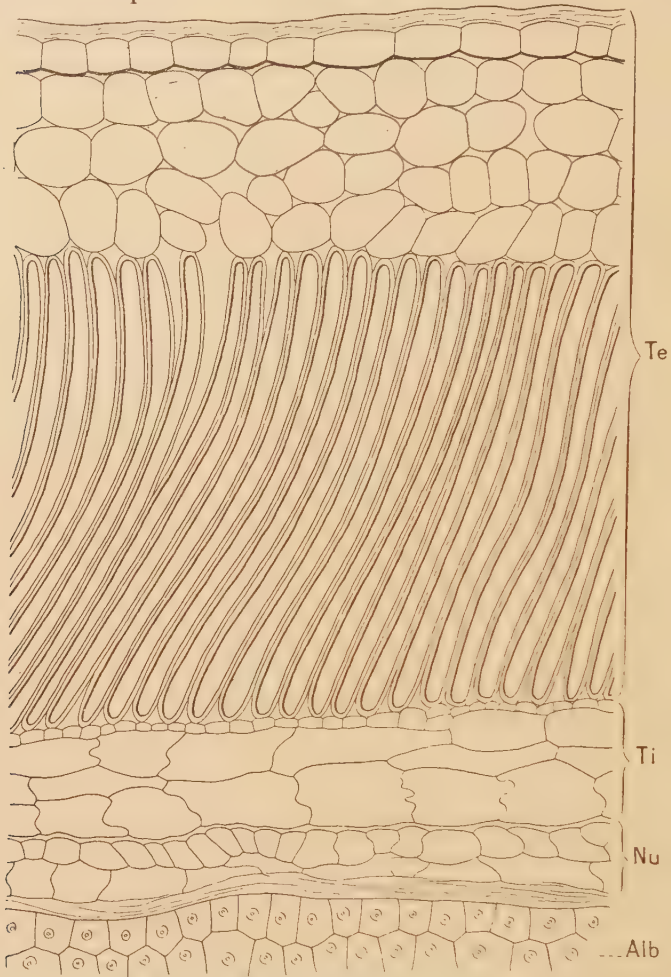


FIG. 20. — *Correa alba*. Tégument séminal à un stade très voisin de la maturité : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne ; *Nu*, nucelle ; *Alb.*, albumen. *Gr.* : 300.

fournirait seul l'enveloppe de la graine mûre. Dans les divers échantillons que nous avons observés, nous avons

toujours trouvé des restes du nucelle réduit au moins à son assise épidermique, constamment pourvue d'une cuticule très nette. L'albumen est abondant.

V.— XANTHOXYLÉES.

Arbrisseaux ou arbres.— **Fleurs régulières** ♂ ou ♀ ou ♂. — **Carpelles 2-ovulés.** — **Albumen charnu.** — **Embryon droit.**

CHOISYA TERNATA H. B. et K. — L'ovule du *C. ternata* H. B. et K., considéré peu de temps après la fécondation, présente des téguments dont certaines assises sont déjà nettement différenciées (*fig. 21*). Le tégument externe

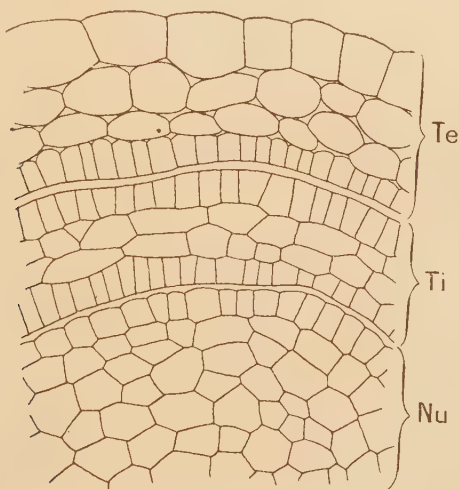


FIG. 21. — *Choisya ternata*. Coupe transversale des téguments ovulaires un peu après la fécondation : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne ; *Nu*, nucelle. *Gr.* : 420.

qui, dans sa région moyenne, comprend quatre assises cellulaires, offre un épiderme formé de cellules régulières beaucoup plus grandes que les cellules sous-jacentes, légèrement arrondies ; l'assise interne est constituée par des

cellules plus petites, à gros noyau, déjà allongées dans le sens radial. Le tégument interne est formé de quatre assises de cellules; celles des deux assises intermédiaires sont

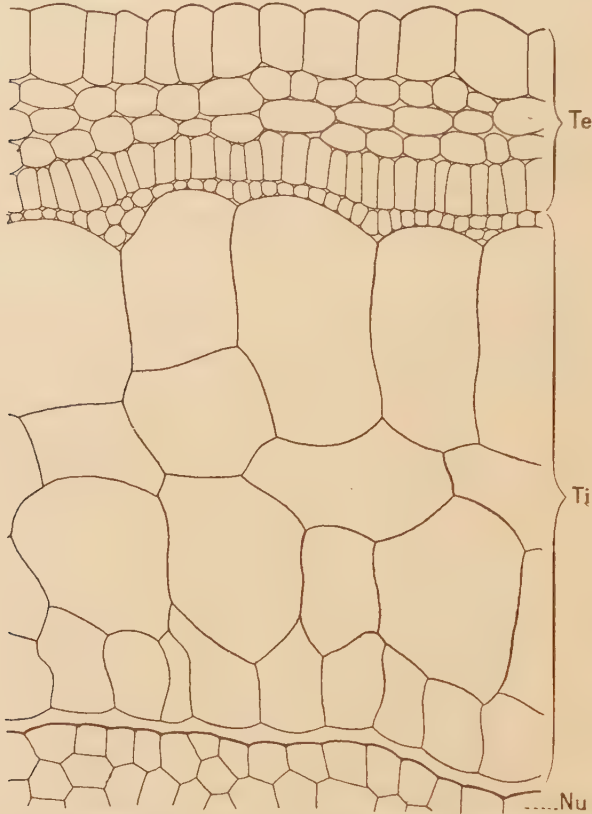


FIG. 22. — *Choisyia ternata*. Coupe transversale des téguments ovulaires à un stade plus avancé que le précédent : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne ; *Nu*, nucelle. *Gr.* : 325.

allongées tangentiellement, tandis que les autres sont développées radialement.

En suivant le développement de la graine (*fig. 22*), on constate tout d'abord un accroissement très marqué des éléments du tégument interne, dont les cellules de l'assise externe demeurent seules très petites.

Plus tard, les cellules de l'assise interne du tégument externe s'allongent fortement dans le sens radial, en même temps que, dans le tégument interne, commencent à se résorber les assises de la région moyenne.

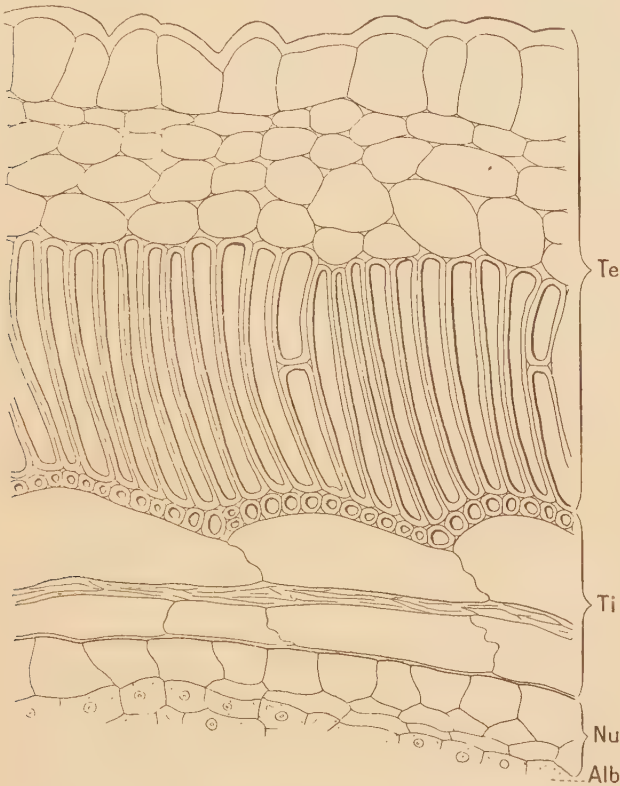


FIG. 23. — *Choisyia ternata*. Tégument séminal à la maturité : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne ; *Nu*, nucelle ; *Alb.*, albumen, *Gr.* : 300.

Dans la graine parvenue à maturité (*fig. 23*), le tégument externe de l'ovule persiste totalement. Ses cellules épidermiques se sont épaissies extérieurement, mais les cellules des trois à quatre assises situées au-dessous ont conservé leurs parois minces. La dureté de la graine est

due à l'épaississement des parois des cellules de l'assise interne, dont nous avons signalé plus haut l'allongement radial. Intérieurement, les cellules de la première assise du tégument interne, de faible diamètre en section transversale, ont épaissi fortement leurs parois et se sont considérablement accrues, à la façon de fibres, comme dans le *Dictamnus Fraxinella* Pers. L'assise sous-jacente ainsi que l'assise profonde du tégument interne sont plus ou moins écrasées, tandis que les autres disparaissent de bonne heure.

L'assise épidermique du nucelle, avec une cuticule très apparente, recouvre un albumen abondant.

EVODIA HORTENSIS Forst. — Une coupe dans la région moyenne de l'ovule, à l'époque de la fécondation (fig. 24),

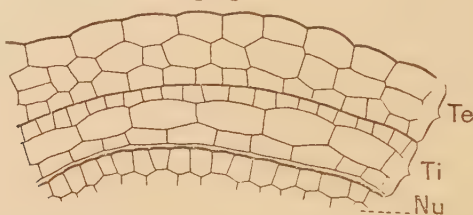


FIG. 24. — *Evodia hortensis*. Coupe transversale des téguments ovulaires au moment de la fécondation : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne ; *Nu*, nucelle. *Gr.* : 420.

montre que les téguments ovulaires comprennent chacun, en moyenne, trois assises de cellules. L'assise moyenne du



FIG. 25. — *Evodia hortensis*. Coupe transversale des téguments ovulaires, quelque temps après la fécondation : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne ; *Nu*, nucelle. *Gr.* : 325.

tégument interne, plus développée que ses voisines, ne tarde pas à se dédoubler (*fig. 25*).

Comme dans le genre précédent, les deux assises provenant de ce dédoublement prennent, de très bonne heure, un accroissement notable. Dans le tégument externe, les cellules de l'assise interne ne tardent pas à se développer

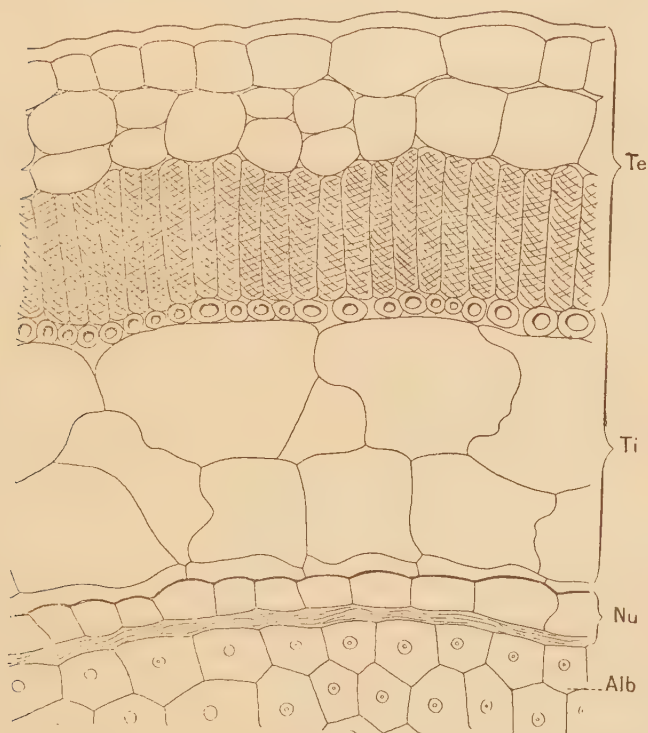


FIG. 26. — *Erodia hortensis*. Tégument séminal à un stade voisin de la maturité : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne ; *Nu*, nucelle ; *Alb.*, albumen. *Gr.* : 325.

dans le sens radial. Au cours de la maturation, ces cellules acquièrent de grandes dimensions avec des épaississements spirales (*fig. 26*). A leur voisinage, les cellules de la première assise du tégument interne se développent

comme dans les *Dictamnus* et *Choisya* et offrent (*fig. 7*), à la maturité, l'aspect de longs éléments à parois fortement ponctuées et sclérifiées.

Dans la graine mûre, avec le développement de l'embryon, on assiste à l'écrasement plus ou moins marqué des grandes cellules du tégument interne.

Le tissu de l'albumen est recouvert par l'épiderme du nucelle plus ou moins apparent.

XANTHOXYLUM NITIDUM DC. — Chez cette espèce, les téguments ovulaires se développent d'une façon tout à fait différente de celle que nous avons rencontrée chez les espèces précédentes.

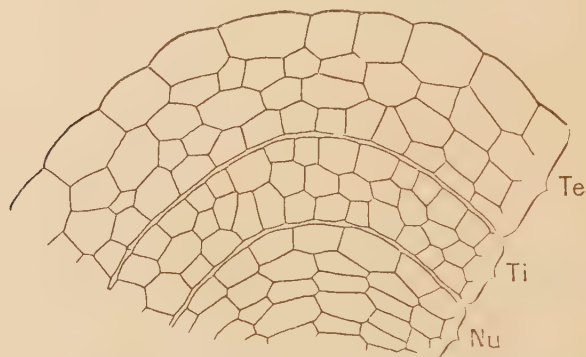


FIG. 27. — *Xanthoxylum nitidum*. Coupe transversale des téguments ovulaires au moment de la fécondation : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne ; *Nu*, nucelle. *Gr.* : 420.

L'ovule anatrope possède, au moment de la fécondation, un tégument externe comprenant quatre assises et un tégument interne formé en moyenne de trois assises cellulaires (*fig. 27*).

Dès les premiers stades de la division de l'albumen, les cellules du tégument externe se cloisonnent très activement et dans tous les sens (*fig. 28*), celles de l'épiderme

offrant, en particulier, un développement très marqué, mais cependant inégal.

Le tégument interne, au contraire, ne se modifie pour ainsi dire pas et n'offre que quatre assises cellulaires.

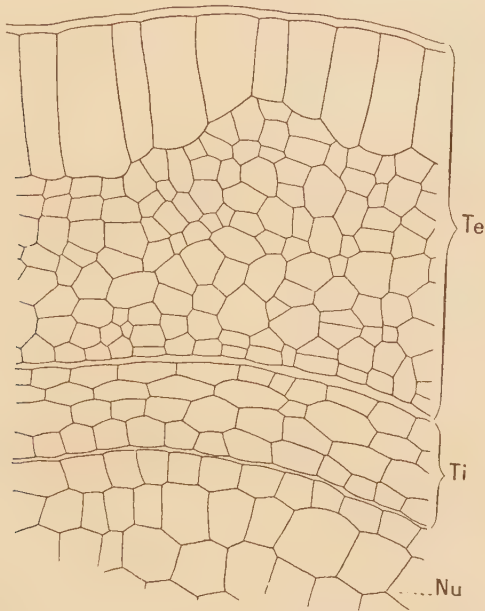


FIG. 28. — *Xanthoxylum nitidum*. Coupe transversale des téguments ovulaires à un stade où la multiplication cellulaire du tégument externe ; *Te*, est à peu près définitive ; *Ti*, tégument interne ; *Nu*, nucelle. Gr. : 325.

Dans la suite du développement, on peut dire que toutes les cellules des téguments ovulaires s'accroissent en dimension. Les cellules épidermiques, à l'exception de leur membrane externe, ont conservé leurs autres parois très minces (*fig. 29*), mais tous les autres éléments du tégument externe possèdent, à présent, des parois épaissies, demeurées cellulósiques. C'est à l'ensemble de ce tissu, très pigmenté, qu'est due la très grande dureté de la graine. Les

grandes cellules du tégument interne présentent, sur leurs parois, de longues bandes d'épaississement, se colorant

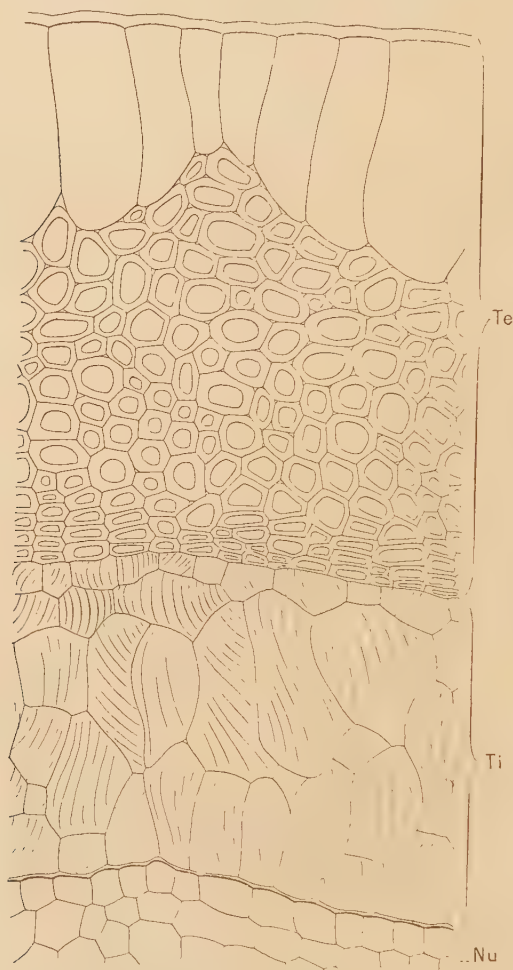


FIG. 29. — *Xanthoxylum nitidum*. Tégument séminal un peu avant la maturité : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne ; *Nu*, nucelle. *Gr.* : 210.

nettement par le vert d'iode et la fuchsine ammoniacale :

Le nucelle, à ce stade, comprend encore huit à neuf assises cellulaires.

À la maturité, les cellules du tégument externe ont acquis leur épaisseur définitive; celles de l'épiderme dont les parois latérales sont restées minces, forment une couche qui s'écaille facilement. Les cellules du tégument interne sont fortement comprimées, mais ne disparaissent pas. Elles constituent vraisemblablement cette « couche, molle et pâle, membraneuse, autour de l'albumen », dont parle BAILLON (1), dans sa description macroscopique de la graine de *X. fraxineum*. Aussi peut-on dire que les deux téguments ovulaires concourent, chez le *X. nitidum* DC., à la formation du tégument séminal.

Nous avons constaté une structure identique du tégument séminal chez les *X. alatum* Steud., *X. Bungei* Planch., *X. fraxineum* Willd.

VI.— TODDALIÉES.

Arbustes à fleurs régulières.— Ovaire ordinairement à 2-3 loges 2-ovulées.— Fruit indéhiscent (samare ou drupe).

ACRONYCHIA LAURIFOLIA Bl. — Le développement de cette espèce rappelle celui de l'*Evodia hortensis* Forst. Les deux téguments ovulaires présentent, dans leur région moyenne, quatre assises de cellules.

Pendant la maturation de la graine, ces deux téguments subissent, comme dans l'*Evodia hortensis* Forst., les transformations suivantes :

Dans le premier, allongement radial des cellules de l'assise interne; dans le second, développement longitu-

(1) H. BAILLON. — *Histoire des Plantes*, IV, p. 390.

dinal des cellules de l'assise externe et accroissement très rapide de toutes les autres (fig. 30).

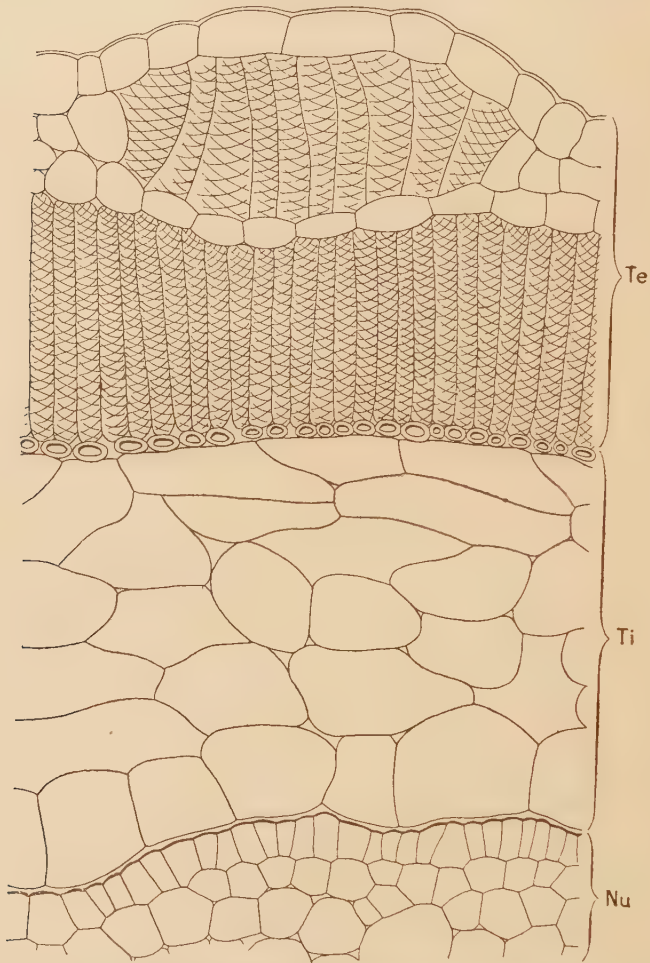


FIG. 30. — *Acronychia laurifolia*. Coupe transversale des téguments, à un stade voisin de la maturité : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne ; *Nu*, nucelle. *Gr.* : 300.

Cependant, le tégument externe de la graine de l'*Acronychia laurifolia* Bl. se distingue, de bonne heure, de

celui de l'*Evodia hortensis* Forst., par l'apparition de stomates dans l'épiderme et la différenciation, dans le sens radial, de certains groupes de cellules de l'assise sous-épidermique.

Ces cellules prennent des épaisissements spirales, cellulósiques, analogues à ceux que l'on rencontre dans l'assise la plus interne. On compte cinq à six groupes, quelquefois plus, de ces cellules, sur une coupe transversale de la graine, leur répartition n'offrant, d'ailleurs, aucune régularité. Parfois, les stomates, qui sont assez nombreux, correspondent à ces groupes de cellules.

A la maturité, le tégument de la graine comprend donc : un épiderme stomatifère, formé de cellules régulières, pourvues d'une cuticule assez épaisse ; une assise sous-épidermique dont certains groupes de cellules présentent la différenciation que nous avons indiquée plus haut ; une couche de cellules à parois minces séparant toujours, du reste du tégument, l'assise interne à cellules allongées radialement et à ornements spirales.

Toutes les cellules du tégument interne sont écrasées et il ne persiste, de ce dernier, que la première assise à éléments allongés et sclérifiés.

PHELLODENDRON AMURENSE Rupr. — L'ovule, anatrope, est pourvu d'un tégument externe formé en moyenne de quatre assises de cellules, plus développées que celles du tégument interne, au nombre de trois (*fig. 31*).

Le développement de la graine, qui présente à la maturité un tégument très épais, rappelle celui des *Xanthoxylum*. Les cellules épidermiques s'allongent, de bonne heure, radialement, puis le nombre des assises du tégument externe augmente progressivement, l'assise interne paraissant jouer un rôle tout particulier dans cette multiplication cellulaire (*fig. 32*). Le tégument interne n'a pas subi de modifications apparentes.

Plus tard, une différence notable se manifeste dans les tissus du tégument externe. Les cellules de l'assise super-

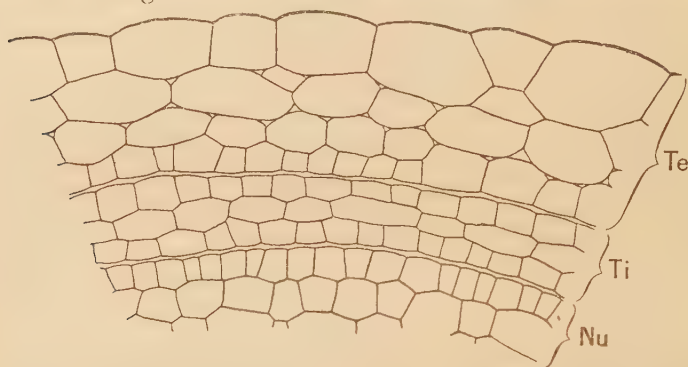


FIG. 31. — *Phellodendron amurense*. Coupe transversale des téguments ovulaires, peu de temps après la fécondation : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne ; *Nu*, nucelle. *Gr.* : 420.

ficielle s'agrandissent beaucoup, et celles des assises sous-jacentes présentent sur leurs parois un épaississement très marqué (*fig. 33*).

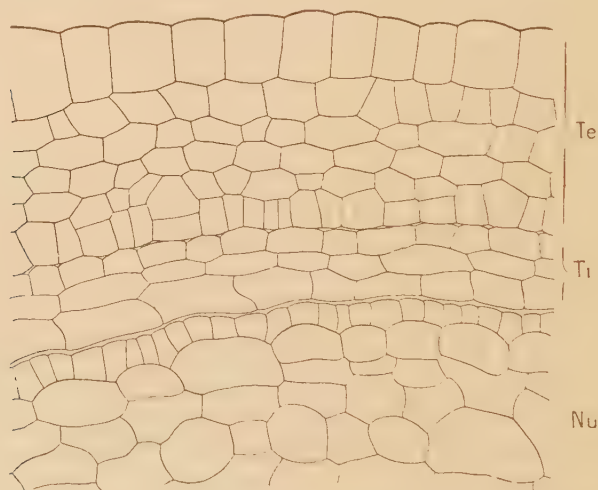


FIG. 32. — *Phellodendron amurense*. Coupe transversale des téguments de l'ovule à un stade plus avancé que le précédent : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne ; *Nu*, nucelle. *Gr.* : 325.

Dans le tégument interne, les cellules de l'assise moyenne, allongées tangentiellement, demeurent dépour-

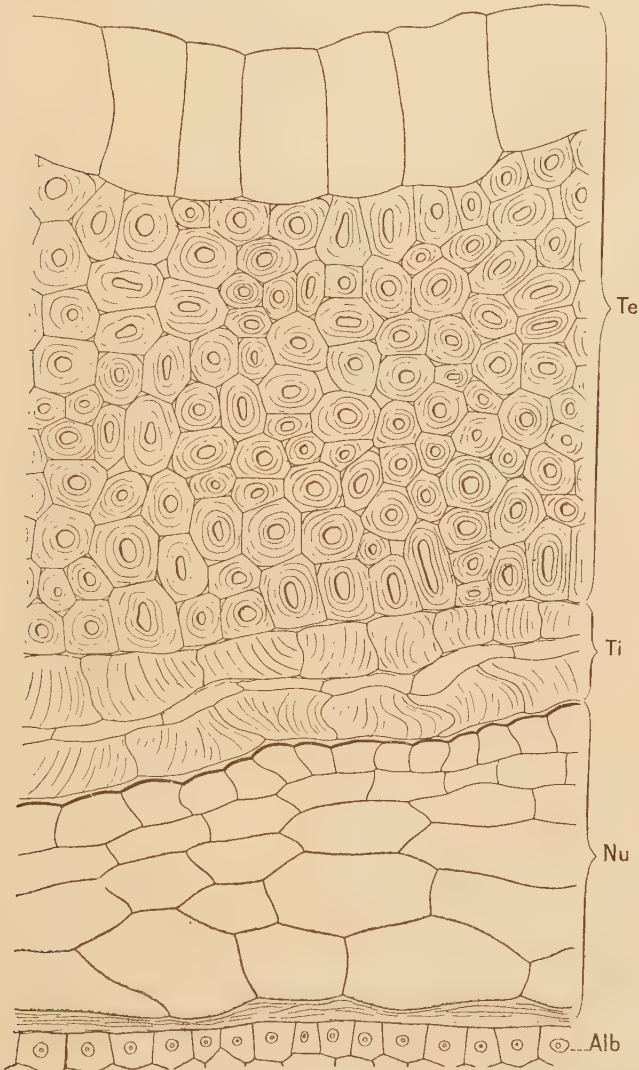


FIG. 33. — *Phellodendron amurense*. Tégument séminal à un stade très voisin de la maturité : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne ; *Nu*, nucelle ; *Alb.*, albumen. *Gr.* : 300.

vues de sculpture, tandis que celles qui les environnent ont acquis de grandes dimensions, avec des ornementations spiralées, demeurées cellulosiques, sur leurs parois.

A la maturité, la structure du tégument séminal correspond à la description que nous venons d'indiquer, avec cette différence que les cellules du tégument interne sont plus ou moins écrasées, mais non résorbées.

Du nucelle, la cuticule épidermique persiste seule à la surface de l'albumen.

PTELEA TRIFOLIATA L. — A la maturité, le tégument séminal du *P. trifoliata* L. (fig. 34) se compose d'un épiderme à cellules allongées radialement et fortement épaïs-

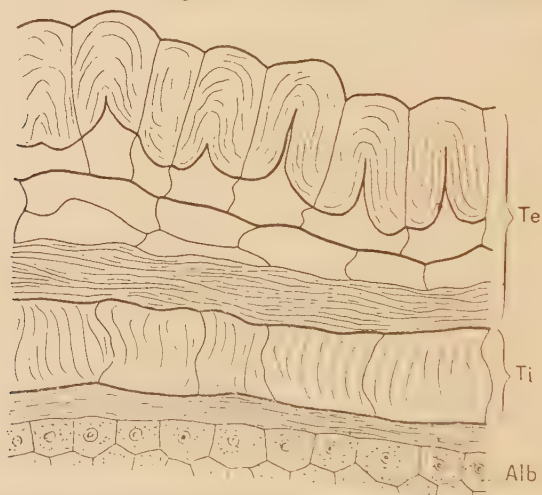


FIG. 34. — *Ptelea trifoliata*. Tégument séminal à la maturité : *Te*, tégument externe; *Ti*, tégument interne; *Alb.*, albumen. Entre le tégument interne et l'albumen, le nucelle est écrasé. *Gr.* : 325.

sies sur la presque totalité de leurs parois latérales et sur leur paroi externe. Ces épaississements sont de nature cellulosique. Sous cet épiderme, une à deux assises de

cellules, à parois minces, parfois trois, ont conservé une structure assez nette, à l'inverse des couches sous-jacentes fortement écrasées. L'assise profonde du tégument séminal, au contact immédiat de la cuticule épidermique du nucelle, est constituée par de grandes cellules, pourvues de fines bandes d'épaississement transversales et plus ou moins comprimées.

Dans son ensemble, le tégument séminal du *P. trifoliata* L. rappelle celui du *Ruta graveolens* L.

SKIMMIA JAPONICA Thunb. — Le tégument séminal est réduit à une pellicule. L'épiderme est formé de minces cellules, allongées tangentiellement, sous lesquelles on ne retrouve qu'une couche membraniforme, limitée toutefois en dedans par une assise de cellules fortement comprimées, représentant, vraisemblablement, l'assise interne du tégument interne.

Une très épaisse cuticule, provenant de l'épiderme nucellaire, persiste à la surface de l'albumen.

TODDALIA ACULEATA Pers. — Le tégument de la graine est très épais et sa structure anatomique est, dans son ensemble, identique à celle que nous avons décrite pour le genre *Xanthoxylum*. Un épiderme externe, à cellules cependant moins longues que dans le *X. nitidum* DC., limite douze à quinze assises de cellules à parois très épaissies. En dedans de ce tissu, on ne retrouve que des éléments comprimés, à parois pourvues de bandes spirales et lignifiées, analogues à ceux qui représentent le tégument interne de la graine des *Xanthoxylum*.

Cette tribu des TODDALIÉES nous offre, en définitive, des types de téguments bien différents. Au point de vue de la structure de son enveloppe séminale, elle se rappro-

che, par le *Ptelea trifoliata* L., de la tribu des RUTÉES, et de celle des XANTHOXYLÉES par les genres *Acronychia*, *Phellodendron*, *Toddalia*. Enfin le mince tégument du *Skimmia japonica* Thunb. rappelle ceux que nous allons étudier dans les AURANTIÉES.

VII.— AURANTIÉES.

Arbres ou arbustes.— Fleurs régulières.— Ovaire ∞ loculaire avec 1, 2 ou ∞ ovules par loge.— Baie.— Graine sans albumen, contenant souvent plusieurs embryons.

CITRUS LIMONUM Risso et CITRUS AURANTIUM L. — Au moment de la fécondation, le tégument externe comprend cinq à six assises cellulaires, le tégument interne, quatre seulement ; mais le tégument externe ne tarde pas à en acquérir huit à neuf. Ce n'est que plus tard que l'assise superficielle du tégument externe se développe fortement dans le sens radial, de façon à atteindre bientôt une épaisseur au moins égale à celle des autres tissus de l'enveloppe ovulaire. Pendant la maturation, les cellules de cette assise épidermique s'épaississent considérablement et se sclérifient. Leur paroi externe offre de petites saillies, plus ou moins ramifiées, qui pénètrent dans l'épaisse couche de mucilage qui recouvre la graine. Ce mucilage est très diffuent dans l'eau et provient d'une différenciation hâtive de la membrane externe de l'épiderme.

Dans le Citronnier, l'assise interne du tégument externe contient des cristaux prismatiques d'oxalate de calcium que nous n'avons pas rencontrés dans l'Oranger doux.

Le nombre des assises du tégument interne demeure

constant, et les cellules qui composent ce tégument restent toutes parenchymateuses.

A la maturité, il y a aplatissement plus ou moins marqué des assises moyennes du tégument externe et écrasement des tissus du tégument interne, à l'exception de l'assise interne (*fig. 5*).

En définitive, le tégument séminal est surtout constitué par un épiderme de hautes cellules sclérifiées, recouvertes d'un abondant mucilage et séparé, par une couche membraniforme, de l'assise à cristaux dont quelques cellules seulement sont demeurées intactes. L'assise interne du tégument interne, légèrement pigmentée, persiste également dans le tégument séminal. On la retrouve, adhérente à la surface des cotylédons, lorsqu'on dissocie l'enveloppe de la graine. Vue à plat, elle se montre constituée par des éléments très irréguliers, parfois légèrement allongés, et dont les parois sont finement ponctuées.

La cuticule de l'épiderme du nucelle sépare très nettement le tégument séminal des débris de tissu nucellaire et d'albumen.

Nos observations concordent, dans leur ensemble, avec celles de TSCHIRCH (1); mais nous ne pouvons conclure, avec JUMELLE (2), à la persistance, dans le tégument séminal, de tous les tissus du tégument ovulaire interne. Nous ne voyons pas d'ailleurs à quelle assise l'auteur fait allusion, lorsqu'il parle d'une couche de liège, séparant, dans la région de la chalaze, les deux téguments primitivement réunis.

TRIPHASIA TRIFOLIATA DC. (3). — L'ovule anatrope offre la structure suivante (*fig. 3*) : un tégument externe

(1) TSCHIRCH.— *Loc. cit.*

(2) JUMELLE.— *Loc. cit.*

(3) Nous avons constaté, dans cette espèce, le bourgeonnement des cellules du nucelle (début de la formation des embryons), non seulement au voisinage du micropyle, mais aussi dans la région chalazienne.

formé de cinq à six assises de cellules et un tégument interne moins épais, de trois assises seulement.

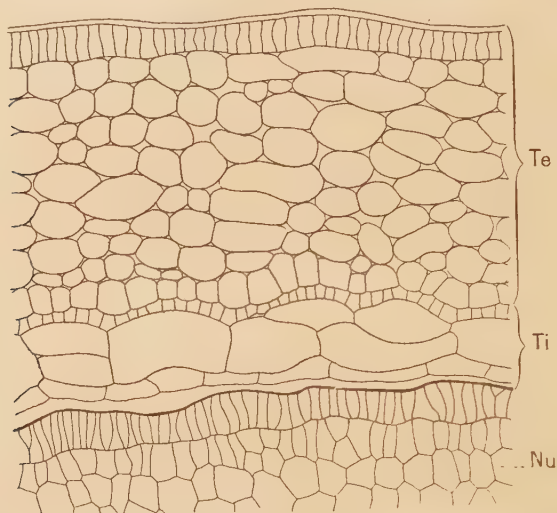


FIG. 35. — *Triphasia trifoliata*. Coupe transversale des téguments ovulaires après l'apparition du tissu de l'albumen : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne ; *Nu*, nucelle. Gr. : 325.

De bonne heure, le tégument externe multiplie ses assises cellulaires (fig. 35). Dans le tégument interne, l'assise moyenne s'est dédoublée, et les deux assises prove-

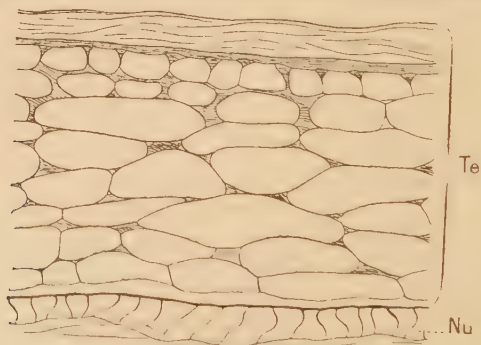


FIG. 36. — *Triphasia trifoliata*. Tégument séminal à la maturité : *Te*, tégument externe ; *Nu*, nucelle. Gr. : 325.

nant de ce dédoublement se différencient nettement des autres par leurs plus grandes dimensions.

Dans la suite du développement, ce tégument interne finit par disparaître complètement (*fig. 36*). Par contre le tégument externe de l'ovule se retrouve tout entier dans la graine mûre. L'épiderme est formé de petites cellules à cuticule assez épaisse, qui, vues de face, se montrent allongées et pourvues de parois finement épaissies et ponctuées. Les assises sous-jacentes, constituées par des cellules collenchymateuses, sont plus ou moins comprimées.

Une mince pellicule, d'origine nucellaire, sépare le tégument du tissu cotylédonaire,

ÆGLE MARMELOS CORR. — Par son organisation générale, le tégument séminal de l'*Ægle Marmelos* offre les plus grandes analogies avec celui des *Citrus*.

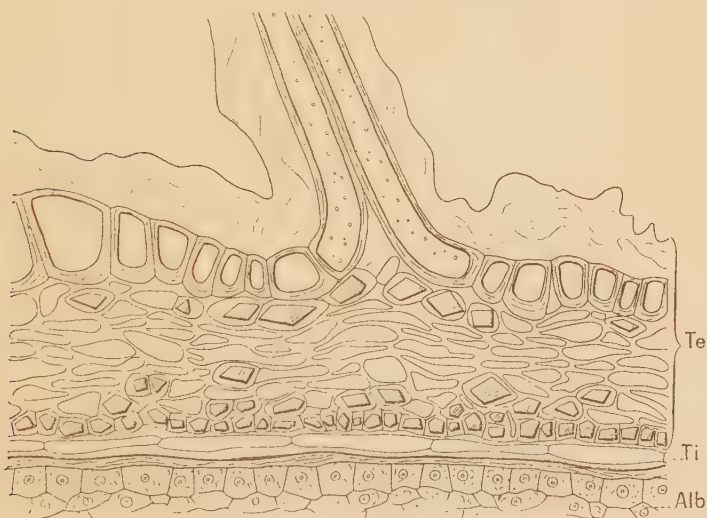


FIG. 37. — *Ægle Marmelos*. Tégument séminal à la maturité : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne ; *Alb*, albumen. *Gr.* : 325.

Il est limité à l'extérieur par un épiderme sclérifié (*fig. 37*), formé de cellules cubiques dont les parois latérales et interne sont fortement épaissies. La paroi externe, comme dans les *Citrus*, s'est gélifiée et présente une épaisse couche de mucilage. De place en place, ces cellules s'allongent par groupes de deux à trois, quelquefois davantage, pour former à la surface de la graine un véritable feutrage de poils. Sous cet épiderme, le tégument externe est incomplètement écrasé. Il contient de l'oxalate de calcium, dont les cristaux prismatiques sont nettement localisés dans l'assise sous-épidermique et dans les assises les plus internes du tégument externe. L'assise sous-jacente, formée de cellules à parois minces et allongées tangentiellement, représente vraisemblablement, si on la compare à celle des *Citrus*, l'épiderme interne du tégument interne.

A la surface du tissu cotylédonaire, il existe une fine enveloppe représentant des restes du nucelle et de l'albumen.

ATALANTIA CEYLANICA Oliver. — Le tégument séminal est réduit à une mince pellicule recouvrant les cotylédons.

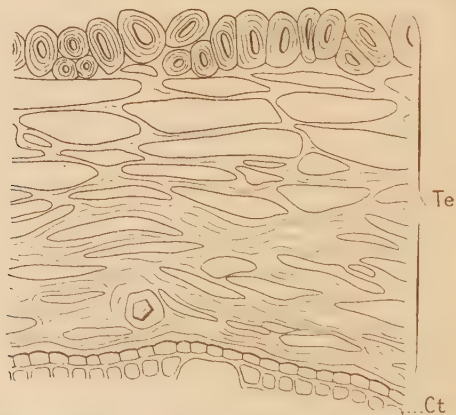


FIG. 38. — *Atalantia ceylanica*. Tégument séminal à la maturité : *Te*, tégument externe ; *Ct*, tissu cotylédonaire. *Gr.* : 325.

En coupe transversale (*fig. 38*), il présente extérieurement une assise de cellules



FIG. 39. — *Atalantia ceylanica*. Cellules, vues de face, de l'assise épidermique du tégument séminal. Gr. : 500.

arrondies, fortement épaissies et sclérifiées. Ces cellules, vues de face (*fig. 39*), offrent l'aspect de fibres, pourvues de fines punctuations, et forment une assise très compacte à la surface de la graine. Sous cet épiderme, tout le tégument de la graine est écrasé. Le tégument interne a complètement disparu et on ne retrouve pas non plus trace de tissu nucellaire, entre le tégument et les cotylédons. L'oxalate de calcium existe en moins grande quantité que dans l'*Ægle Marmelos* Corr. On n'en rencontre que quelques cristaux dans la région la plus interne du tégument externe.

MURRAYA EXOTICA L. — Le tégument séminal du *Murrraya exotica* L. présente, en coupe transversale (*fig. 40*), un épiderme formé d'éléments arrondis, régulièrement épaissis et sclérifiés.

Des groupes de six à huit de ces éléments s'allongent parfois considérablement et restent appliqués à la surface de la graine, où ils forment des poils analogues à ceux que nous avons déjà rencontrés dans l'*Ægle Marmelos* Correa. Ces différents éléments n'atteignent pas tous la

même longueur ; le poil va en s'amincissant vers son extrémité, qui se trouve réduite à deux ou trois des cellules qui constituaient sa base. Ces poils, couchés sur l'enveloppe de la graine, lui donnent un aspect strié tout à fait caractéristique.



FIG. 40.— *Murraya exotica*. Tégument séminal à la maturité : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne ; *Alb.*, albumen. *Gr.* : 300.

Sous cet épiderme particulier, le tégument externe de l'ovule est plus ou moins écrasé et, seule, l'assise interne offre une structure cellulaire parfaitement nette. Toutes ses cellules renferment de l'oxalate de calcium.

Ce tégument externe est séparé de la cuticule très apparente du nucelle par une couche de cellules à parois minces et écrasées, qui, vraisemblablement, représente, ici encore, l'assise interne du tégument interne. L'albumen n'existe qu'à l'état d'assise protéique.

FERONIA ELEPHANTUM CORR. L'assise épidermique du tégument séminal est formée de cellules très allongées dans le sens radial, fortement épaissies et sclérifiées, avec de fines punctuations (*fig. 41*). Leur surface est recouverte d'une épaisse couche de mucilage.

Cet épiderme recouvre un tissu formé de quatre à cinq assises de cellules à parois généralement minces et cellulosiques. Certaines cependant se sont épaissies et sclérifiées. L'oxalate de calcium est très abondant et se trouve localisé dans l'assise voisine de l'épiderme et dans celle qui confine au tégument interne.

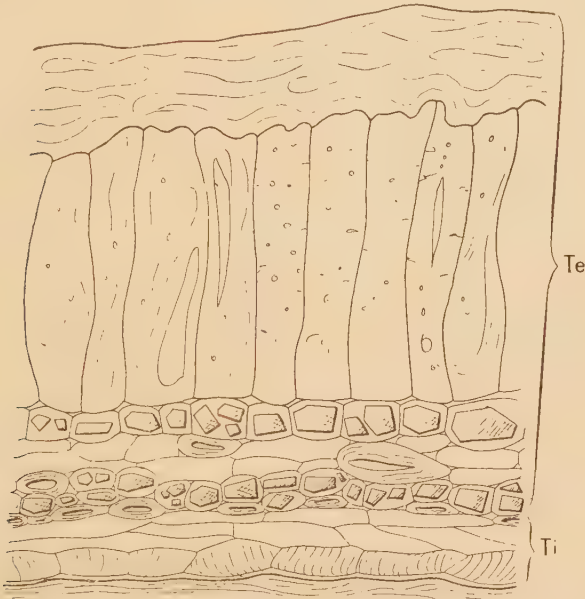


FIG. 41. — *Feronia elephantum*. Tégument séminal, à un stade voisin de la maturité : *Te*, tégument externe ; *Ti*, tégument interne, dont l'assise externe est représentée par quelques fibres. *Gr.* : 300.

Au-dessous de ce tissu, on rencontre, plus ou moins distants les uns des autres, des éléments de forme ovale, dont la sclérification est incomplète et qui appartiennent vraisemblablement au tégument interne. Ce sont de véritables fibres, rappelant celles que nous avons déjà rencontrées dans plusieurs genres.

Les deux assises sous-jacentes sont en voie d'écrasement. Plus intérieurement, l'assise interne du tégument

interne de l'ovule persiste, sous forme d'une rangée de cellules allongées tangentiellement, dont les parois sont pourvues de fines bandes d'épaississement.

Au stade que nous avons considéré, le nucelle est totalement écrasé, mais quatre à cinq assises d'albumen persistent à la surface des cotylédons.

GLYCOSMIS PENTAPHYLLA CORR. — L'ovule anatrope du *Glycosmis pentaphylla* Corr. est pourvu d'un tégument externe formé de quatre à cinq assises cellulaires et d'un tégument interne réduit à deux rangées de cellules excessivement petites. Ce tégument interne ne devient distinct du tégument externe que dans la région médiane de l'ovule. Dans cette région également, s'arrêtent les faisceaux libéro-ligneux (on en compte en moyenne dix, parfois plus sur une coupe transversale) provenant de la ramification du faisceau du raphé.

Au cours de la maturation de la graine, la modification la plus importante consiste dans la disparition totale du tégument interne.

Dans le tégument externe, une multiplication cellulaire, particulièrement importante dans la région du micropyle, se produit ; mais, à la maturité, ces assises sont plus ou moins écrasées ; elles sont limitées par un épiderme dont les parois externe et interne sont épaissies mais restées cellulosiques.

La structure du tégument de cette espèce rappelle ainsi celle du *Triphasia trifoliata* DC. parvenu à complète maturité. Dans son extrémité, correspondant à la région chalazienne, la graine a son enveloppe particulièrement vascularisée.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

L'ovule des Rutacées est le plus souvent anatrophe, parfois légèrement campylotrophe (*Ruta*, *Pilocarpus*). Il s'est toujours montré bitégumenté dans les diverses espèces chez lesquelles il nous a été possible de suivre le développement de l'ovule en graine.

Au moment de la fécondation, le tégument externe comprend en moyenne quatre assises cellulaires. Ce nombre n'est jamais inférieur à trois et ne dépasse pas six (*Triphasia*, *Citrus*, *Murraya*).

Le tégument interne est formé le plus généralement de trois rangées de cellules ; il n'en comprend que deux dans les genres *Coleonema* et *Glycosmis*, mais il peut en posséder quatre dans les *Dictamnus*, *Choisya*, *Acronychia*, *Murraya*.

Au cours du développement de l'ovule en graine, le nombre des assises cellulaires du tégument interne ne s'accroît qu'exceptionnellement (*Dictamnus*, par ex.) et l'augmentation en épaisseur de ce tégument est plutôt due à l'accroissement en volume des cellules primitives (*Choisya*, *Evodia*, *Acronychia*).

La multiplication cellulaire, au contraire, est plutôt de règle dans le tégument externe. C'est ainsi que, dans les *Xanthoxylum*, on compte, à la maturité, jusqu'à quinze assises cellulaires environ, alors que le tégument ovulaire n'en comprenait que quatre. Les *Toddalia* et *Phellodendron* se rapprochent, à cet égard, des *Xanthoxylum*.

Lorsque le nombre des assises cellulaires n'a pas augmenté sensiblement dans le tégument externe, ce tégument ne s'en accroît pas moins en épaisseur, par suite de l'allongement radial très marqué des cellules de son assise interne (*Correa*, *Choisya*, *Evodia*, *Acronychia*).

Dans quelle mesure les deux téguments ovulaires concourent-ils à la formation du tégument séminal ?

Tégument externe.

Chez les *Pilocarpus*, *Xanthoxylum*, *Toddalia*, *Phellodendron*, par exemple, où les parois des cellules du tégument externe s'épaississent fortement, ce tégument externe se retrouve intact dans la graine mûre. Il en est de même dans les genres *Correa*, *Choisya*, etc., chez lesquels nous avons signalé le grand accroissement des cellules de l'assise interne.

Dans les autres genres, le tégument ovulaire externe est plus ou moins écrasé, à l'état de couche membrani-forme, au voisinage de l'épiderme dont les cellules, en raison de leur développement et de l'épaisseur de leurs parois, sont destinées à assurer la protection de la graine.

Tégument interne.

On ne retrouve bien nets, dans le tégument séminal, que les éléments du tégument interne de l'ovule dont les parois, au cours de la maturation, se sont épaissies ou ornementées. Tel est le cas, en particulier, des cellules plus ou moins sclérifiées de la première assise de ce tégument chez les *Dictamnus*, *Choisya*, *Evodia*, *Acronychia*, *Feronia*, où elles contribuent fortement à la dureté de l'enveloppe séminale. Les autres cellules, au contraire, restées

parenchymateuses dans le cours du développement, sont toujours fortement comprimées, sans disparaître cependant, le plus généralement, d'une façon complète. Nous n'avons observé de résorption totale du tégument ovulaire interne que dans l'enveloppe séminale des *Triphasia*, *Atalantia* et *Glycosmis*.

Quelques genres seulement, de la tribu des Aurantiées, contiennent des cristaux prismatiques d'oxalate de calcium. Ces cristaux sont localisés le plus souvent dans l'assise interne du tégument externe ; parfois également, on en rencontre dans les cellules sous-épidermiques et les assises les plus internes de ce tégument.

L'épiderme du nucelle, qui s'est parfois dédoublé (*Dic-tamnus*, *Triphasia*, etc.), possède constamment une cuticule très apparente et que l'on retrouve dans la graine mûre, alors même que les cellules du tissu nucellaire ont été résorbées. Cette résorption est toujours tardive, et il n'est pas rare de retrouver encore, dans une graine présentant tous les caractères extérieurs de la maturité, deux assises au moins de ce tissu.

Les Aurantiées sont, parmi les Rutacées, la seule tribu dans laquelle les divers genres offrent, dans la structure de leur tégument séminal, une certaine analogie. Les variations les plus grandes se rencontrent, à cet égard, dans les représentants des autres tribus. D'autre part, des genres de tribus différentes peuvent posséder une enveloppe séminale de structure sensiblement identique. Tel est le cas, par exemple, des *Xanthoxylum* (Xanthoxylées), des *Toddalia* et *Phellodendron* (Toddaliées), et du *Dic-tamnus* (Rutées). Aussi, dans ces conditions, ne peut-on trouver d'argument, dans la structure du tégument de sa graine, pour classer le genre *Pilocarpus* plutôt dans les

Cuspariées que dans les Xanthoxylées. L'absence d'albumen, dans ce genre, demeure le seul caractère qui permette de le faire rentrer dans la première de ces tribus.

Il résulte aussi, de nos observations, qu'il n'existe aucune corrélation entre la nature du fruit et la structure anatomique de l'enveloppe de la graine.

La présence ou l'absence d'albumen n'influe pas davantage sur la nature du tégument séminal. Le *Pilocarpus pennatifolius* Lem., par exemple, possède une enveloppe comparable, en épaisseur, à celle de beaucoup de graines pourvues d'un abondant albumen.

En résumé, le tégument séminal offre, chez les Rutacées, de profondes différences, non seulement d'une tribu à l'autre, mais encore parmi les représentants d'une même tribu.

Vu, bon à imprimer :

Vu :

Le Président de Thèse,
L. GUIGNARD.

Le Directeur de l'Ecole,
H. GAUTIER.

Vu et permis d'imprimer :

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,
L. LIARD.

Downloaded At: 11:53 11 September 2009

Développement et structure anatomique du tégument séminal chez diverses espèces de Rutacées.....		23
I. RUTÉES.....	<i>Ruta graveolens</i>	23
	<i>Dictamnus Fraxinella</i>	27
II. DIOSMÉES.....	<i>Coleonema album</i>	29
	<i>Barosma crenulata</i>	31
III. CUSPARIÉES.....	<i>Pilocarpus pennatifolius</i>	31
IV. BORONIÉES.....	<i>Correa alba</i>	34
V. XANTHOXYLÉES..	<i>Choisya ternata</i>	37
	<i>Evodia hortensis</i>	40
	<i>Xanthoxylum nitidum</i>	42

VI. TODDALIÉES....	<i>Acronychia laurifolia</i>	45
	<i>Phellodendron amurense</i>	47
	<i>Ptelea trifoliata</i>	50
	<i>Skimmia japonica</i>	51
	<i>Toddalia aculeata</i>	51
VII. AURANTIÉES....	<i>Citrus Limonum</i>	52
	— <i>Aurantium</i>	52
	<i>Triphasia trifoliata</i>	53
	<i>Ægte Marmelos</i>	55
	<i>Atalantia ceylanica</i> ..	56
	<i>Murraya exotica</i>	57
	<i>Feronia elephantum</i>	58
	<i>Glycosmis pentaphylla</i>	60
Résumé et Conclusions		61

IMPRIMERIE ET LITHOGRAPHIE LUCIEN DECLUME, LONS-LE-SAUNIER
